

Commencé le	lundi 4 mai 2020, 13:45
État	Terminé
Terminé le	lundi 4 mai 2020, 15:59
Temps mis	2 heures 14 min
Note	18,33 sur 20,00 (92%)

Question 1

Terminer

Note de 0,50
sur 0,50

Question 1

Un fournisseur Internet, PolyBox, offre une connexion réseau rapide à 5448 clients mais n'offre pas encore de service de cache DNS. Les clients doivent donc contacter les serveurs à la racine pour toute nouvelle recherche. Les clients maintiennent toutefois un cache DNS assez grand pour stocker toutes les entrées vues pendant une journée. On suppose que chaque client vide complètement sa cache en début de journée. Par la suite, chaque client consulte environ 30 adresses DNS par seconde dont 13 sont nouvelles pour la journée (ne sont pas dans son cache). Chaque application qui doit résoudre une adresse DNS passe par le processus serveur qui gère le cache du client et qui peut répondre en 5 millisecondes de CPU lorsque l'entrée est dans le cache. Si l'entrée n'est pas dans le cache, le processus serveur fait une demande récursive à un des 13 serveurs racine au hasard, ce qui ajoute 69 millisecondes en attente de la réponse.

Quel est le nombre total de requêtes par seconde émises par les applications (vers leurs serveurs de cache DNS) sur l'ensemble des clients?

Réponse : 163440

Le nombre total de requêtes par seconde émises par l'ensemble des clients est le nombre de clients fois le nombre de requêtes par seconde: $5448 \times 30 = 163440$.

La réponse correcte est : 163440,0

Question 2

Terminer

Note de 0,00
sur 0,50

Question 1 (suite)

Combien de requêtes par seconde de clients de PolyBox est-ce que chaque serveur racine verra en moyenne?

How many requests per second from PolyBox clients will be seen on average by each of the root DNS servers?

Réponse : 967,101

Le nombre de requêtes par seconde vues par les serveurs racine sera le nombre de clients fois le nombre requêtes nouvelles (qui ne sont pas dans le cache) par seconde: $5448 \times 13 = 70824$. Le nombre par serveur racine sera donc en moyenne de $70824 / 13 = 5448$.

La réponse correcte est : 5448,00

Question 3

Terminer

Note de 0,50
sur 0,50**Question 1 (suite)**

Quel est le temps moyen en millisecondes pour que le serveur de cache DNS d'un client serve la requête d'une application?

What is the average time in milliseconds for the DNS cache server on a client to serve a request from an application?

Réponse : 34,900

Le temps moyen pour servir une requête est le temps CPU plus le temps d'attente pondéré par la fraction des requêtes qui ne sont pas dans le cache: $5 + 13 / 30 \times 69 = 34,9$.

La réponse correcte est : 34,90

Question 4

Terminer

Note de 0,50
sur 0,50**Question 1 (suite)**

Quel est le nombre maximal de requêtes par seconde que pourrait servir le serveur de cache DNS d'un client s'il exécutait séquentiellement toutes les requêtes des applications avec un seul thread?

What is the maximum number of requests per second that a DNS cache server on a client could serve, if it executes all requests sequentially on a single thread?

Réponse : 28

Avec un seul thread qui traite séquentiellement toutes les requêtes, le nombre de requêtes par seconde serait de 1000 millisecondes, divisé par le temps moyen d'une requête en millisecondes: $1000 / (5 + 13 / 30 \times 69) = 28,65329512894$.

La réponse correcte est : 28,65

Question 5

Terminer

Note de 2,00
sur 2,00**Question 2**

Les services de noms. Choisissez toutes les réponses vraies. Name services, choose the correct answers.

Veuillez choisir au moins une réponse :

 a.

Lors des requêtes LDAP, on peut spécifier une limite de temps et de taille, car certaines recherches peuvent retourner de nombreuses entrées.

With LDAP requests, it is possible to specify size and time limits, because some queries can return a large number of entries.

 b.

Le service DNS est sous la responsabilité de Poste Canada, tout comme les numéros civiques des adresses postales.

The DNS service is under the responsibility of Canada Post, just as the civic numbers of postal addresses.

 c.

Le service SLP faisait partie de OSI X.500 et a été abandonné.

The SLP service was part of OSI X.500 and was abandoned.

 d.

LDAP permet des recherches basées sur les attributs.

LDAP allows attributes based searches.

 e.

Le service SLP utilise l'envoi de messages à tous pour permettre de trouver facilement les serveurs qui offrent le service recherché.

The SLP service uses broadcast messages to allow easily finding servers offering the desired service.

 f.

Les attaques en déni de service sur les serveurs de noms DNS à la racine ont un impact plus limité en raison des caches disponibles à différents niveaux, sauf pour les adresses dont le paramètre TTL est très court.

The denial of service attacks on the root DNS name servers have a more limited impact, because of the caching servers available at different levels, except for addresses with a very small TTL parameter.

 g.

Le service NIS s'appelait au départ Yellow Pages, comme le bottin téléphonique avec les pages jaunes, classé par catégorie de service, par opposition au bottin avec les pages blanches, classé par ordre alphabétique.

The NIS service was initially called Yellow Pages, like the phone directory with yellow paper pages, ordered by service categories, instead of alphabetical order like the white pages phone directory.

 h.

Il est possible d'avoir plusieurs noms différents qui correspondent à la même adresse IP.

It is possible to have several host names that correspond to the same IP address.

Votre réponse est correcte.

Les réponses correctes sont :

Les attaques en déni de service sur les serveurs de noms DNS à la racine ont un impact plus limité en raison des caches disponibles à différents niveaux, sauf pour les adresses dont le paramètre TTL est très court.

The denial of service attacks on the root DNS name servers have a more limited impact, because of the caching servers available at different levels, except for addresses with a very small TTL parameter.

,
Le service NIS s'appelait au départ Yellow Pages, comme le bottin téléphonique avec les pages jaunes, classé par catégorie de service, par opposition au bottin avec les pages blanches, classé par ordre alphabétique.

The NIS service was initially called Yellow Pages, like the phone directory with yellow paper pages, ordered by service categories, instead of alphabetical order like the white pages phone directory.

,
Il est possible d'avoir plusieurs noms différents qui correspondent à la même adresse IP.

It is possible to have several host names that correspond to the same IP address.

,
Le service SLP utilise l'envoi de messages à tous pour permettre de trouver facilement les serveurs qui offrent le service recherché.

The SLP service uses broadcast messages to allow easily finding servers offering the desired service.

- ,
- Lors des requêtes LDAP, on peut spécifier une limite de temps et de taille, car certaines recherches peuvent retourner de nombreuses entrées.
- ,
- LDAP permet des recherches basées sur les attributs.

With LDAP requests, it is possible to specify size and time limits, because some queries can return a large number of entries.

LDAP allows attributes based searches.

Question 6

Terminer

Note de 1,00
sur 1,00

Question 3

Un ordinateur A envoie un message à B au temps 226,944 pour obtenir l'heure exacte et reçoit une réponse 0,631 secondes plus tard, ces deux temps étant mesurés avec l'horloge de A. L'ordinateur B reçoit la requête de A au temps 203,057 et retourne sa réponse 0,274 secondes plus tard, ces deux temps étant mesurés avec l'horloge de B. Ces valeurs sont prises pour calculer le décalage et la précision en utilisant la technique associée au protocole NTP.

Quel est le décalage à appliquer sur A?

Computer A sends a message to B at time 226,944 to obtain the exact time, and receives a reply 0,631 seconds later, both times being measured with the clock of A. Computer B receives the request from A at time 203,057 and replies 0,274 seconds later, both times being measured with the clock of B. These values are taken to compute the offset and precision, using the technique associated with the NTP protocol.

What is the offset to apply to A?

Réponse : -24,066

Le facteur $a = 203,057 - 226,944 = -23,887$, et $b = 203,057 + 0,274 - (226,944 + 0,631) = -24,244$.

Ceci donne un décalage de $d = (a + b) / 2 = (-23,887 + -24,244) / 2 = -24,0655$

La réponse correcte est : -24,066

Question 7

Terminer

Note de 1,00
sur 1,00

Question 3 (suite)

Quelle est la précision en valeur absolue sur le décalage calculé?

What is the precision on the computed offset?

Réponse : 0,179

Le facteur $a = 203,057 - 226,944 = -23,887$, et $b = 203,057 + 0,274 - (226,944 + 0,631) = -24,244$.

Ceci donne une précision $p = (a - b) / 2 = (-23,887 - -24,244) / 2 = 0,1785$ en valeur absolue.

La réponse correcte est : 0,178

Question 8

Terminer

Note de 1,00
sur 1,00**Question 4**

Un groupe de 68 noeuds (ordinateurs) sont connectés en anneau et les communications se font du noeud 1 au noeud 2 et ainsi de suite jusqu'à 68 avant de revenir à 1.

L'algorithme de l'élection en anneau est utilisé. Le noeud 1 déclenche une élection. Le noeud élu sera celui qui a l'adresse Ethernet la plus petite, dans ce cas-ci le noeud 20.

Combien de messages seront envoyés avant que le noeud 20 ne sache qu'il est l'élu?

A group of 68 nodes (computers) are connected in a ring and the communications go from node 1 to node 2, and so on until node 68, before coming back to 1. The ring election algorithm is used. Node 1 starts an election. The elected node will be the one with the lowest Ethernet address, in this case node 20.

How many messages will be sent before node 20 knows that it was elected?

Réponse :

Il faut 19 messages avant que le noeud 20 ne soit rejoint. Ensuite, le noeud 20 se saura élu lorsque son vote (avec l'adresse Ethernet la plus petite) aura fait le tour, ce qui requiert 68 messages. Il faut donc $19 + 68 = 87$ messages.

La réponse correcte est : 87

Question 9

Terminer

Note de 1,00
sur 1,00**Question 4 (suite)**

Combien de messages au total seront envoyés avant que les 68 noeuds ne soient informés du résultat de l'élection?

How many messages in total will be sent before the 68 nodes will be informed of the election result?

Réponse :

Une fois que le noeud 20 se sait élu, il doit propager la nouvelle aux autres noeuds en $68 - 1$ messages, pour un total de $19 + 68 + 68 - 1 = 154$.

La réponse correcte est : 154

Question 10

Terminer

Note de 0,50
sur 0,50**Question 5**

Les transactions T1, T2, T3 et T4 s'exécutent en même temps et leurs opérations de lecture et d'écriture sur des variables (x_1, x_2, \dots, x_6) 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. Une transaction est acceptée s'il n'y a aucun conflit sur les variables accédées (selon les critères de la méthode choisie) et est refusée s'il y a conflit sur certaines variables. Dans les questions qui suivent, on vous demande la liste des variables en conflit (selon les critères de la méthode choisie). Pour les fins de validation automatique de la réponse, la liste doit être fournie sous la forme des nombres (1 pour x_1 , 2 pour x_2 ...) en ordre croissant sans espace, ce qui devient une réponse numérique facile à valider. Par exemple, si les variables x_1, x_3 et x_4 sont en conflit, il faut répondre le nombre 134. Toute autre réponse (e.g. "1 3 4", "x1x3x4", "431") ne sera pas validée. S'il n'y a pas de variable en conflit, il faut répondre le nombre 0 et la transaction sera validée. Il faut tenir compte des transactions précédentes qui ont été validées ou non, dans le calcul des conflits pour les questions subséquentes.

- 0 T1: Begin
- 1 T1: Read x_3
- 2 T1: Write x_3
- 3 T2: Begin
- 4 T1: Read x_2
- 5 T2: Write x_3
- 6 T3: Begin
- 7 T3: Read x_6
- 8 T2: Read x_4
- 9 T1: Write x_4
- 10 T3: Write x_1
- 11 T4: Begin
- 12 T1: Read x_5
- 13 T4: Read x_5
- 14 T4: Write x_3
- 15 T3: Write x_5
- 16 T1: End
- 17 T2: Read x_2
- 18 T2: Read x_5
- 19 T3: Write x_6
- 20 T3: Write x_1
- 21 T2: End
- 22 T4: Read x_4
- 23 T4: Write x_6
- 24 T3: End
- 25 T4: Read x_3
- 26 T4: Write x_1
- 27 T4: End

Dites si la transaction T1 est validée lorsque la méthode de validation en reculant est utilisée. Donnez la liste des variables en conflit, s'il y a lieu, ou 0 si la transaction ne présente pas de conflit et est acceptée.

Transactions T0, T1, T2 and T3 execute concurrently and their read and write operations on variables (x_1, x_2, \dots, x_6) are interlaced. The read operations from a transaction are performed on the current version of the variables, and the write operations are performed on a provisional copy of the variables for the transaction. When the transaction is completed and accepted, the provisional copy of the variables written by the transaction becomes the current version. Each transaction is validated using an optimistic concurrency control method to decide if it is accepted or not. A transaction is accepted if there is no conflict on the variables accessed (according to the method specified) and is rejected if there are conflicts on some variables. In the following questions, the list of variables in conflict (according to the method specified) is requested. For automated validation purposes, the list must be provided as numbers (1 for x_1 , 2 for x_2 ...) in increasing order, without spaces, which becomes an easy to validate numeric value. For instance, if variables x_1, x_3 and x_4 are in conflict, the expected answer is 134. Any other answer (e.g. "1 3 4", "x1x3x4", "431") will not validate. If there are no variables in conflict, the answer should be number 0, in which case the transaction is validated. You must take into account if previous transactions have been validated or not when computing conflicts in subsequent questions.

Réponse :

For transaction T1, indicate if it will be validated when the backward validation method is used. Give the list of variables in conflict, if any, or 0 if there is no conflict and the transaction is accepted.

En reculant, la première transaction, T1, valide toujours. Lorsque T2 termine, il faut examiner si certaines des variables lues par T2 ont été écrites par des transactions terminées (T1) et validées. Ce sont les variables en conflit. S'il n'y en a aucune, T2 est validée. Pour T3, il faut aussi examiner si certaines des variables lues par T3 ont été écrites par des transactions terminées (T1, T2) et validées. Ce sont les variables en conflit. S'il n'y en a aucune, T3 est validée.

En avançant, au moment de terminer la transaction T1, il faut regarder si certaines des variables écrites par T1 ont déjà été lues par les transactions concurrentes non terminées (T2, T3, T4). Ce sont les variables en conflit. S'il n'y en a aucune, T1 est validée. Pour T2, il faut aussi regarder si certaines des variables écrites par T2 ont déjà été lues par les transactions concurrentes non terminées (T3, T4). Ce sont les variables en conflit. S'il n'y en a aucune, T2 est validée. Finalement, pour T3, il faut de la même manière regarder si certaines des variables écrites par T3 ont déjà été lues par les transactions concurrentes non terminées (T4). Ce sont les variables en conflit. S'il n'y en a aucune, T3 est validée.

La réponse correcte est : 0

Question 11

Terminer

Note de 0,50
sur 0,50

Question 5 (suite)

Dites si la transaction T2 est validée lorsque la méthode de validation en reculant est utilisée. Donnez la liste des variables en conflit, s'il y a lieu, ou 0 si la transaction ne présente pas de conflit et est acceptée.

For transaction T2, indicate if it will be validated when the backward validation method is used. Give the list of variables in conflict, if any, or 0 if there is no conflict and the transaction is accepted.

Réponse :

La réponse correcte est : 4

Question 12

Terminer

Note de 0,50
sur 0,50

Question 5 (suite)

Dites si la transaction T3 est validée lorsque la méthode de validation en reculant est utilisée. Donnez la liste des variables en conflit, s'il y a lieu, ou 0 si la transaction ne présente pas de conflit et est acceptée.

For transaction T3, indicate if it will be validated when the backward validation method is used. Give the list of variables in conflict, if any, or 0 if there is no conflict and the transaction is accepted.

Réponse :

La réponse correcte est : 0

Question 13

Terminer

Note de 0,50
sur 0,50

Question 5 (suite)

Dites si la transaction T1 est validée lorsque la méthode de validation en avançant est utilisée. Donnez la liste des variables en conflit, s'il y a lieu, ou 0 si la transaction ne présente pas de conflit et est acceptée.

For transaction T1, indicate if it will be validated when the forward validation method is used. Give the list of variables in conflict, if any, or 0 if there is no conflict and the transaction is accepted.

Réponse :

La réponse correcte est : 4

Question 14

Terminer

Note de 0,00
sur 0,50**Question 5 (suite)**

Dites si la transaction T2 est validée lorsque la méthode de validation en avançant est utilisée. Donnez la liste des variables en conflit, s'il y a lieu, ou 0 si la transaction ne présente pas de conflit et est acceptée.

For transaction T2, indicate if it will be validated when the forward validation method is used. Give the list of variables in conflict, if any, or 0 if there is no conflict and the transaction is accepted.

Réponse :

La réponse correcte est : 0

Question 15

Terminer

Note de 0,50
sur 0,50**Question 5 (suite)**

Dites si la transaction T3 est validée lorsque la méthode de validation en avançant est utilisée. Donnez la liste des variables en conflit, s'il y a lieu, ou 0 si la transaction ne présente pas de conflit et est acceptée.

For transaction T3, indicate if it will be validated when the forward validation method is used. Give the list of variables in conflict, if any, or 0 if there is no conflict and the transaction is accepted.

Réponse :

La réponse correcte est : 5

Question 16

Terminer

Note de 1,00
sur 1,00

Question 6

La base de données suivante est mise en place sur un serveur ayant la même configuration que le TP5 du cours (Postgres 11, options par défaut). On considère la table suivante, ventes, qui recueille le nombre total de ventes d'une chaîne de commerce selon l'emplacement:

Villes d'une chaîne de commerce selon l'emplacement					
	id	ville	latitude	longitude	compteur
1	Montréal	45.5257713	-73.5988006	412	
2	Sherbrooke	45.3989162	-71.8880335	256	
3	Trois-Rivières	46.3507999	-72.5571257	123	

Plusieurs magasins situés à Montréal effectuent des transactions concurrentes sur une même ligne de la table qui suit:

Temps	Transaction 1 (console 1)	Transaction 2 (console 2)
1	Démarrage transaction isolation: REPEATABLE READ	
2	UPDATE ventes SET compte = compte + 7,48 WHERE id = 1	Démarrage transaction isolation: READ COMMITTED
3	COMMIT	UPDATE ventes SET compte = compte + 2,38 WHERE id = 1
4		ROLLBACK
5	Démarrage transaction isolation: READ UNCOMMITTED	Démarrage transaction isolation: READ COMMITTED
6		UPDATE ventes SET compte = compte + 6,36 WHERE id = 1
7	UPDATE ventes SET compte = compte + 9,27 WHERE id = 1	
8		COMMIT
9	COMMIT	

Quelle sera la valeur finale du compteur de ventes à Montréal juste après le temps 8?

Réponse : 425,84

The following database is set up on a server with the same configuration as the course TP5 (Postgres 11, options by default). We consider the following table, sales, which collects the total number of sales of a chain of trade by location :

id	ville	latitude	longitude	compte
1	Montréal	45.5257713	-73.5988006	412
2	Sherbrooke	45.3989162	-71.8880335	256
3	Trois-Rivières	46.3507999	-72.5571257	123

Several stores located in Montreal carry out competing transactions on the same line of the following table :

Temps	Transaction 1 (console 1)	Transaction 2 (console 2)
1	Démarrage transaction isolation: REPEATABLE READ	
2	UPDATE ventes SET compte = compte + 7,48 WHERE id = 1	Démarrage transaction isolation: READ COMMITTED
3	COMMIT	UPDATE ventes SET compte = compte + 2,38 WHERE id = 1
4		ROLLBACK
5	Démarrage transaction isolation: READ UNCOMMITTED	Démarrage transaction isolation: READ COMMITTED
6		UPDATE ventes SET compte = compte + 6,36 WHERE id = 1
7	UPDATE ventes SET compte = compte + 9,27 WHERE id = 1	
8		COMMIT
9	COMMIT	

What will be the final value of the Montreal sales counter just after time 8?

Le premier ajout est fait avec REPEATABLE READ, mais cela a peu d'impact car l'autre transaction concorrente n'a encore rien modifié. La valeur 7,48 s'ajoute donc au compte initial, avec la transaction de la console 1 qui se commit au temps 3. Au temps 3, la transaction de la console 2 fait une mise à jour du compte mais fait un rollback, si bien que cette modification n'a pas lieu finalement. Ensuite, la console 2 fait une nouvelle transaction en READ COMMITTED, alors que la console 1 fait une transaction en READ UNCOMMITTED. La requête de la console 2 est effectuée au temps 6, en ajoutant 6,36, et finalement se commit au temps 8. A ce moment, le compte pour Montréal aura été incrémenté de $7,48 + 6,36$.

La réponse correcte est : 425,84

Question 17

Terminer

Note de 1,00
sur 1,00**Question 6 (suite)**

Quelle sera la valeur finale du compteur de ventes à Montréal après cette chaîne de transactions (après le temps 9)?

What will be the final value of the sales counter in Montreal after this chain of transactions (after time 9)?

Réponse : 428,75

La requête de la console 2 est effectuée au temps 6 en ajoutant $\{q6_X4\}$ et finalement se commet au temps 8. A ce moment, le compte pour Montréal aura été incrémenté de $7,48 + \{q6_X4\}$. Pendant ce temps, la console 1 avait commencé une transaction au temps 5 avec isolation READ UNCOMMITTED. Elle fait une mise à jour au temps 7 et pourrait voir la valeur incrémentée de $\{q6_X4\}$ avec le type d'isolation READ UNCOMMITTED. Cependant, tel que vu dans le travail pratique, Postgres n'utilise pas cette marge de manœuvre qui permettrait READ UNCOMMITTED et ne verra pas le compte incrémenté de $\{q6_X4\}$ qui n'est pas encore commis au temps 7. Ainsi, la valeur écrite à la fin de la transaction de la console 1, au temps 9, sera le compte incrémenté de $7,48 + 9,27$, alors que la valeur écrite au temps 8 par la transaction de la console 2 (compte + $7,48 + \{q6_X4\}$) sera écrasée.

La réponse correcte est : 428,75

Question 18

Terminer

Note de 0,50
sur 0,50**Question 7**

Vous mettez sur pied un service de commerce en ligne qui vend de la farine et des produits désinfectants. Ce service est constitué de 4 ordinateurs de façade en redondance, qui interagissent avec les clients, et de 2 serveurs de base de données en redondance, qui permettent de stocker les transactions. Pour que le service de vente soit disponible aux clients, il faut que le service de façade et que le service de base de données soient disponibles. Pour que l'un ou l'autre de ces services redondants soient disponibles, il faut qu'au moins un de leurs serveurs redondants le soit. Pour qu'un ordinateur de façade soit disponible, il faut que son unité centrale le soit, probabilité 0,54, et que son disque le soit aussi, probabilité 0,64. Pour qu'un ordinateur serveur de base de données soit disponible, il faut que son unité centrale le soit, probabilité 0,8, et que son unité de disque RAID le soit. L'unité RAID de chaque serveur contient 5 disques et est fonctionnelle si au moins 3 des 5 disques le sont. La probabilité qu'un disque de l'unité RAID soit fonctionnel est de 0,77.

Quelle est la probabilité d'être fonctionnel pour un ordinateur de façade?

You are setting up an online shop to sell flour and disinfectants. This service uses 4 redundant frontend servers, to interact with clients, and 2 redundant database servers, to store transactions. For the online shop to be available for clients, the frontend service and the database service must be available. For each of those services to be available, at least one of their redundant servers must be available. For a frontend computer to be available, its central unit must be available, probability 0,54, and its disk as well, probability 0,64. For a database server computer to be available, its central unit must be available, probability 0,8, and its RAID disk unit as well. The RAID disk unit of each database server contains 5 disks and is available if at least 3 of the 5 disks are available. The probability that a disk in the RAID unit is available is 0,77.

What is the probability for a frontend server to be available?

Réponse : 0,346

Un ordinateur de façade est fonctionnel si son unité centrale et son disque le sont, une probabilité de $0,54 \times 0,64 = 0,3456$.

La réponse correcte est : 0,34560

Question 19

Terminer

Note de 0,50
sur 0,50**Question 7 (suite)**

Quelle est la probabilité d'être fonctionnelle pour une unité de disque RAID?

What is the probability for a RAID disk unit to be available?

Réponse : 0,916

Une unité de disque RAID est fonctionnelle si exactement 3, 4 ou 5 disques sont fonctionnels. Pour 5 disques on a $\text{pow}(0,77, 5) = 0,2706784157$, pour 4 disques $(5 \times \text{pow}(0,77, 4)) \times (1 - 0,77) = 0,4042599715$, et pour 3 disques $(10 \times \text{pow}(0,77, 3)) \times \text{pow}((1 - 0,77), 2) = 0,241505957$. Le total est la somme de ces trois valeurs, 0,9164443442.

La réponse correcte est : 0,91644

Question 20

Terminer

Note de 0,50
sur 0,50**Question 7 (suite)**

Quelle est la probabilité d'être fonctionnel pour le service de façade? What is the probability for the frontend service to be available?

Réponse : 0,817

Le service de façade est fonctionnel sauf si tous les serveurs de façade sont en panne $1 - \text{pow}((1 - 0,54 \times 0,64), 4) = 0,81661105054679$.

La réponse correcte est : 0,81661

Question 21

Terminer

Note de 0,50
sur 0,50**Question 7 (suite)**

Quelle est la probabilité d'être fonctionnel pour le service global de vente?

What is the probability for the online shop to be available?

Réponse : 0,758

Un serveur de base de données sera disponible si son unité centrale et le RAID le sont soit $0,8 \times 0,9164443442 = 0,73315547536$. Le service complet le sera sauf si les 2 serveurs sont en panne $(1 - \text{pow}((1 - 0,73315547536), 2)) = 0,92879399966965$. Le service global sera disponible si les deux services sous-jacents le sont soit $0,81661105054679 \times 0,92879399966965 = 0,75846344381179$.

La réponse correcte est : 0,75846

Question 22

Terminer

Note de 0,67
sur 1,00**Question 8**

Dans le cadre du travail pratique 6, vous avez déployé un système réparti tolérant aux pannes avec Kubernetes. Voici plusieurs affirmations concernant les **nodes**, **pods**, **kubelet** et **kubectl**. Choisissez toutes les réponses vraies.

As part of TP6, you deployed a fault tolerant distributed system with Kubernetes. Here are several sentences about nodes, pods, kubelet and kubectl. Which sentences are correct?

Veuillez choisir au moins une réponse :



a.

Kubelet est responsable du **health check** des pods qui s'exécutent sur des **nodes** individuels.

Kubelet is responsible for the **health check** of the **pods** that execute on individual **nodes**



b.

Aussitôt qu'un service démarre, le démon **Kubelet** est exécuté sur chaque noeud et met en place les variables d'environnement sur les **pods** pour chaque service actif.

As soon as a service is started, daemon **Kubelet** is executed on each node and sets up the environment variables on the **pods** for each active service.



c.

Pour créer un nouveau déploiement dans Kubernetes, on utilise la commande **Kubectl set deployment**.

To create a new deployment in Kubernetes, we use the command **Kubectl set deployment**.



d.

Une abstraction dans Kubernetes qui définit un ensemble de **pods** et les politiques d'accès est le **service**.

An abstraction in Kubernetes that defines a set of pods and the access policies is the **service**



e.

Kubectl s'occupe d'associer les **nodes** aux **pods** dépendamment de la disponibilité des ressources.

Kubectl is responsible to associate **nodes** to **pods** depending on the resource availability.

Les réponses correctes sont :

Aussitôt qu'un service démarre, le démon **Kubelet** est exécuté sur chaque noeud et met en place les variables d'environnement sur les **pods** pour chaque service actif.

As soon as a service is started, daemon **Kubelet** is executed on each node and sets up the environment variables on the **pods** for each active service.

,

Une abstraction dans Kubernetes qui définit un ensemble de **pods** et les politiques d'accès est le **service**.

An abstraction in Kubernetes that defines a set of pods and the access policies is the **service**

,

Kubelet est responsable du **health check** des pods qui s'exécutent sur des **nodes** individuels.

Kubelet is responsible for the **health check** of the **pods** that execute on individual **nodes**

Question 23

Terminer

Note de 0,67
sur 1,00**Question 9**

Dans le cadre du travail pratique 6, vous avez déployé un système réparti tolérant aux pannes avec Kubernetes. Voici plusieurs affirmations concernant divers autres aspects de Kubernetes. Choisissez toutes les réponses vraies.

As part of TP6, you deployed a fault tolerant distributed system with Kubernetes. Here are several sentences concerning different other aspects of Kubernetes. Which sentences are correct?

Veuillez choisir au moins une réponse :

 a.

Un ingress permet d'exposer des routes http et https en dehors du cluster vers les services internes.

An ingress allows to expose http and https routes outside of the cluster, towards internal services.

 b.

Un ingress est totalement indépendant des services. Il peut être créé et détruit indépendamment des services.

An ingress is completely independent from services. It can be created and destroyed independently from services.

 c.

Lorsqu'un déploiement est exposé au trafic externe, le trafic externe est réparti entre les anciennes et les nouvelles instances lors d'une mise à jour.

When a deployment is exposed to external network traffic, the external traffic is distributed among the old and new instances during an update.

 d.

Le scaling change le nombre de replicas dans un déploiement.

The scaling changes the number of replicas in a deployment.

 e.

Etcd s'exécute sur chaque node et s'assure que les containers s'exécutent dans un pod

Etcd executes on each node and insures that containers execute in a pod.

Les réponses correctes sont :

Le scaling change le nombre de replicas dans un déploiement.

The scaling changes the number of replicas in a deployment.

,
Un ingress permet d'exposer des routes http et https en dehors du cluster vers les services internes.

An ingress allows to expose http and https routes outside of the cluster, towards internal services.

,
Un ingress est totalement indépendant des services. Il peut être créé et détruit indépendamment des services.

An ingress is completely independent from services. It can be created and destroyed independently from services.

Question 24

Terminer

Note de 1,00
sur 1,00**Question 10**

L'ingénieur au Québec et les obligations reliées au développement durable. **Choisissez toutes les réponses vraies**

Veuillez choisir au moins une réponse :

 a.

Le code de déontologie de l'Ordre des Ingénieurs du Québec stipule que l'ingénieur doit tenir compte des conséquences de l'exécution de ses travaux sur l'environnement et sur la vie, la santé et la propriété de toute personne.

Engineers in Quebec and the obligations related to sustainable development.

The code of ethics of the Ordre des Ingénieurs du Quebec stipulates that the engineer must take into account the consequences of the execution of his work on the environment and on the life, health and property of any person.

 b.

L'ingénieur doit tenir compte du développement durable dans ses projets, de manière à satisfaire aux besoins du présent sans compromettre la possibilité pour les générations futures de satisfaire les leurs, selon les lois fédérales et provinciales en vigueur au Québec.

The engineer must take into account sustainable development in his projects, such that current needs may be satisfied without compromising the possibility of satisfying those of the future generations, according to the federal and provincial laws in Quebec.

 c.

L'ingénieur informatique et logiciel n'a pas à tenir compte du développement durable, cela concerne uniquement les ingénieurs en génie civil.

The computer and software engineers do not need to take into account sustainable development, this only concerns civil engineers.

 d.

Le domaine des centres de données est spécifiquement visé par le Bureau des Audiences Publiques en Environnement (BAPE) du Québec

The area of datacenters is specifically targeted by the Bureau des Audiences Publiques en Environnement (BAPE) du Québec.

Les réponses correctes sont :

L'ingénieur doit tenir compte du développement durable dans ses projets, de manière à satisfaire aux besoins du présent sans compromettre la possibilité pour les générations futures de satisfaire les leurs, selon les lois fédérales et provinciales en vigueur au Québec.

The engineer must take into account sustainable development in his projects, such that current needs may be satisfied without compromising the possibility of satisfying those of the future generations, according to the federal and provincial laws in Quebec.

,
Le code de déontologie de l'Ordre des Ingénieurs du Québec stipule que l'ingénieur doit tenir compte des conséquences de l'exécution de ses travaux sur l'environnement et sur la vie, la santé et la propriété de toute personne.

The code of ethics of the Ordre des Ingénieurs du Quebec stipulates that the engineer must take into account the consequences of the execution of his work on the environment and on the life, health and property of any person.

Question 25

Terminer

Note de 1,00
sur 1,00**Question 11**

Dans l'analyse du cycle de vie d'un projet, l'impact environnemental est mesuré à plusieurs niveaux, lesquels? Choisissez toutes les réponses qui font spécifiquement partie de la liste officielle.

Veuillez choisir au moins une réponse :

- | | |
|--|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> a.
La couche d'ozone | Ozone layer |
| <input checked="" type="checkbox"/> b.
La santé humaine | Human health |
| <input type="checkbox"/> c.
La certification vélo sympathique | Cyclist friendly certification |
| <input checked="" type="checkbox"/> d.
Les changements climatiques | Climate change |
| <input checked="" type="checkbox"/> e.
L'écologie | Ecology |
| <input type="checkbox"/> f.
Un régime faible en hydrates de carbone | Low carbon hydrates diet |
| <input type="checkbox"/> g.
La certification zéro déchet | Zero-waste certification |
| <input checked="" type="checkbox"/> h.
L'utilisation des ressources | Resource depletion |

In the life-cycle assessment of a project, the environmental impact is measured at several levels. Select all the answers which are specifically in the official list.

Les réponses correctes sont :

- | | |
|------------------------------|--------------------|
| La santé humaine | Human health |
| , | |
| L'écologie | Ecology |
| , | |
| Les changements climatiques | Climate change |
| , | |
| L'utilisation des ressources | Resource depletion |

Question 26

Terminer

Note de 1,00
sur 1,00**Question 12**

Lors d'un projet de nouveau centre de données, selon les exemples étudiés en classe, quelles sont les affirmations applicables parmi les suivantes?

For a new datacenter project, according to the examples studied in class, which of the following sentences are correct?

Veuillez choisir au moins une réponse :

 a.

Si un centre de données est alimenté par des panneaux solaires, l'impact de sa consommation électrique devient absolument nul.

If a datacenter uses electricity from solar panels, the impact of its electrical consumption becomes completely null.

 b.

Le démantèlement du centre de données en fin de vie a un impact moindre que celui des autres phases. Néanmoins, il demeure que certains matériaux comme l'isolant ou les matériaux mélangés sont très difficiles à recycler.

The demolition of the datacenter at the end of the project has a lesser impact than the other phases. Nonetheless, some materials such as insulation and mixed materials are very difficult to recycle.

 c.

L'opération, en raison de la consommation d'électricité, constitue normalement l'impact le plus important d'un tel projet.

The operation phase, because of the electricity consumption, normally constitutes the most important impact of such a project.

 d.

La fabrication des équipements informatiques et électriques (incluant le raffinage des métaux) qui sont requis au départ et qui doivent être remplacés généralement aux 3 à 5 ans par la suite, constitue généralement le deuxième impact le plus important d'un tel projet.

The fabrication of computing and electrical equipment (including refining metals), needed to start and generally replaced every 3 to 5 years thereafter, generally constitutes the second most important impact of such a project.

Les réponses correctes sont :

L'opération, en raison de la consommation d'électricité, constitue normalement l'impact le plus important d'un tel projet.

The operation phase, because of the electricity consumption, normally constitutes the most important impact of such a project.

,
La fabrication des équipements informatiques et électriques (incluant le raffinage des métaux) qui sont requis au départ et qui doivent être remplacés généralement aux 3 à 5 ans par la suite, constitue généralement le deuxième impact le plus important d'un tel projet.

The fabrication of computing and electrical equipment (including refining metals), needed to start and generally replaced every 3 to 5 years thereafter, generally constitutes the second most important impact of such a project.

,
Le démantèlement du centre de données en fin de vie a un impact moindre que celui des autres phases. Néanmoins, il demeure que certains matériaux comme l'isolant ou les matériaux mélangés sont très difficiles à recycler.

The demolition of the datacenter at the end of the project has a lesser impact than the other phases. Nonetheless, some materials such as insulation and mixed materials are very difficult to recycle.

ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Département de génie informatique et génie logiciel

Cours INF8480: Systèmes répartis et infonuagique (Hiver 2018)

3 crédits (3-1.5-4.5)

EXAMEN FINAL

DATE: Mercredi le 25 avril 2018

HEURE: 13h30 à 16h00

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 4 questions pour 20 points

Question 1 (5 points)

- a) Un serveur DNS sert des requêtes de manière récursive. Lorsqu'une requête est reçue d'un client, elle requiert 0.5ms de CPU. Dans 30% des cas, la réponse n'est pas en mémoire centrale et un accès au disque est requis en plus, ce qui ajoute 15ms en attente du disque. Finalement, pour 1/3 des cas où un accès disque est requis, la réponse n'est pas sur disque non plus et un accès récursif est requis, ce qui ajoute 200ms en moyenne d'attente après la requête par réseau au serveur de plus haut niveau. Si ce serveur exécute toutes les requêtes séquentiellement avec un seul thread, combien de requêtes par seconde pourra-t-il traiter au maximum? Si ce serveur contient un CPU à 4 coeurs et 8 disques, et que de nombreux threads sont disponibles pour servir les requêtes en parallèle, combien de requêtes pourra-t-il traiter au maximum? Quel est le nombre de threads requis pour atteindre ce maximum? On suppose que la charge entre les disques est bien répartie, tout comme la charge entre les coeurs. (**2 points**)
- b) Un client interroge 10 serveurs DNS redondants et retient la réponse la plus fréquente. Combien de serveurs en panne ce client pourra-t-il tolérer avant de ne plus avoir la bonne réponse si les pannes sont par omission? Par réponse aléatoire? Par réponse byzantine? (**2 points**)
- c) Comment se comparent les services de nom (Directory service) par LDAP et X.500? Lequel est le plus simple? Le plus utilisé? (**1 point**)

Question 2 (5 points)

- a) Un client interroge un serveur pour synchroniser son horloge avec la méthode de Christain. Il effectue 3 requêtes en espérant avoir plus de précision et obtient les résultats suivants. Envoi de la requête 1 à 13h00m00.000 et réception à 13h00m01.000 de la réponse disant que l'heure du serveur était 13h00m05.000. Envoi de la requête 2 à 13h00m02.000 et réception à 13h00m03.000 de la réponse disant que l'heure du serveur était 13h00m07.000. Envoi de la requête 3 à 13h00m04.000 et réception à 13h00m04.010 de la réponse disant que l'heure du serveur était 13h00m09.000. A l'aide de ces données, calculez la valeur de décalage à appliquer à l'horloge du client qui minimise l'incertitude sur le décalage, et donnez cette incertitude. (**2 points**)
- b) Dans le cadre du travail pratique 2, vous avez implémenté un service réparti de calcul. Comment pouvez-vous tolérer une panne par omission de réponse? Comment pouvez-vous tolérer une panne de mauvaise réponse? Pour quel type de panne ou quelle combinaison de pannes simultanées est-ce que votre système ne réussirait plus à fonctionner correctement? (**2 points**)
- c) Nommez 3 algorithmes d'élection différents et expliquez brièvement les avantages et désavantages de chacun (simplicité, efficacité, robustesse). (**1 point**)

Question 3 (5 points)

- a) Lesquelles des transactions T, U et V pourraient être validées si une validation en reculant était utilisée pour vérifier la cohérence des transactions? Une validation en avançant? (**2 points**)

T: Début
 U: Début
 V: Début
 U: Read(w)
 T: Read(x)
 U: Read(z)
 T: Write(x,10)
 T: Compléter
 U: Read(x)
 V: Read(w)
 U: Read(y)
 U: Write(y,22)
 U: Compléter
 V: Read(z)
 V: Read(y)
 V: Write(z,9)
 V: Compléter

- b) Une transaction répartie T effectue les opérations suivantes. Les variables a, b et c sont sur le serveur X, les variables d, e et f sur le serveur Y, et les variables g, h et i sur le serveur Z. Le système utilise un protocole de fin de transaction atomique à deux phases. Que retrouvera-t-on dans le journal de chacun des serveurs, X, Y et Z? Quelles requêtes et réponses est-ce que le coordonnateur échange avec les trois serveurs pour le protocole de fin de transaction? Chaque requête ou réponse à chacun des serveurs pour le protocole de fin de transaction arrive à quel moment par rapport aux écritures dans le journal de ce serveur? **(2 points)**

T: Début; Read(a); Read(b); Read(c); Read(d); Read(f); Read(h); Read(i); Write(c,0);
 Write(b,1); Write(d,2); Read(e); Write(f,3); Write(h,4); Write(i,5); Read(e); Write(c,6);
 Write(e,7);

- c) Quelle est la différence entre une analyse économique classique et une analyse complète du cycle de vie? **(1 point)**

Question 4 (5 points)

- a) Un laboratoire informatique contient 26 postes de travail, reliés à 2 serveurs redondants. Chaque serveur contient à son tour deux disques redondants. Il est prévu pour accueillir 25 équipes. Il faut donc qu'au moins 25 postes de travail soient opérationnels. Il faut aussi qu'au moins 1 des 2 serveurs soit opérationnel. Pour qu'un serveur soit opérationnel, il faut que son électronique soit opérationnelle et qu'au moins 1 de ses 2 disques le soit. La probabilité de fonctionner à un moment donné est de 0.95 pour un poste de travail, 0.8 pour l'électronique d'un serveur et 0.7 pour un disque. Quelle est la probabilité que le laboratoire soit opérationnel pour accueillir 25 équipes? **(2 points)**

- b) Pour l'établissement d'un nouveau centre de données, on doit effectuer une analyse complète qui inclut l'analyse du cycle de vie. Quelles sont les différentes phases à considérer dans une analyse de cycle de vie? Quels sont les quatre différents types d'impact sur l'environnement à considérer? Quels sont les éléments d'un centre de données qui ont généralement le plus d'impact et pendant quelle phase? Est-ce que la source d'énergie et le climat ont un effet sur l'impact d'un centre de données? Expliquez. **(2 points)**
- c) Dans le gabarit Heat du service Web avec répartition de charge du travail pratique 3, vous avez défini des propriétés permettant d'instancier plusieurs ressources. Expliquez brièvement le rôle de chacune des ressources suivantes dans le travail pratique, OS::Neutron::HealthMonitor, OS::Neutron::Pool, OS::Neutron::LoadBalancer **(1 point)**

Le professeur: Michel Dagenais

ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Département de génie informatique et génie logiciel

Cours INF4410: Systèmes répartis et infonuagique (Hiver 2017)

3 crédits (3-1.5-4.5)

EXAMEN FINAL

DATE: Jeudi le 20 avril 2017

HEURE: 9h30 à 12h00

DUREE: 2H30

NOTE: Toute documentation permise, calculatrice non programmable permise

Ce questionnaire comprend 4 questions pour 20 points

Question 1 (5 points)

- a) Le serveur DNS d'un fournisseur de service Internet peut servir des requêtes DNS soit de manière itérative ou de manière récursive. De manière itérative, le serveur traite la requête avec son CPU pendant 2ms, lit en plus son disque dans 20% des cas pendant 20ms, et retourne dans 40% des cas la réponse demandée et dans 60% des cas une redirection vers un serveur plus haut dans la hiérarchie. En recevant une redirection, le client doit aller chercher la réponse sur un autre serveur, ce qui lui prend 10ms. Si le serveur est configuré pour fonctionner de manière récursive, il prendra aussi 2ms de CPU, et en plus 20ms de disque dans 20% des cas. Ensuite, il retournera la réponse demandée dans 90% des cas et dans 10% des cas devra faire une requête et attendre la réponse avant de la retourner, ce qui lui demande en plus 1ms de CPU et 20ms d'attente. Quel sera le délai moyen vu par un client pour obtenir la réponse demandée dans chaque cas (récuratif ou itératif)? Quel est le nombre de requêtes par seconde que peut soutenir le serveur, s'il n'utilise qu'un seul thread, de manière itérative? De manière récursive? (**2 points**)
- b) Sur un serveur DNS en autorité, la base de donnée entre entièrement en mémoire et l'ingénieur responsable a réussi à faire traiter chaque requête en 3us (1us recevoir le paquet UDP de requête, 1us chercher la réponse en mémoire, 1us renvoyer la réponse). Chaque paquet UDP (requête ou réponse) occupe en moyenne 100 octets. Pour simplifier le calcul, on suppose que les transferts peuvent se faire à la bande passante indiquée, on néglige les autres effets comme la latence d'envoi pour les paquets. Le serveur est connecté à deux réseaux qui peuvent chacun soutenir 100 mégabits/s par seconde simultanément dans chaque direction. Un usager malicieux a réussi à prendre le contrôle d'un certain nombre de processeurs dans des caméras IP et les utilise pour effectuer une attaque en déni de service sur le serveur DNS. Chaque caméra IP est capable de générer 100000 paquets de requête par seconde et est connectée par un réseau à 1mégabit/s. Les requêtes sont émises avec de fausses adresses de retour et ne reviennent jamais aux caméras. Combien de caméras sont requises pour saturer ce serveur DNS, en tenant compte de la capacité de leur processeur et de leur réseau respectifs? (**2 points**)
- c) Pour les requêtes de recherche avec le protocole LDAP, il est possible de spécifier une limite sur la longueur de la réponse ainsi que sur le traitement requis. Pourquoi de tels paramètres ont-ils été incorporés à ce protocole? Dans quelle situation est-ce utile? (**1 point**)

Question 2 (5 points)

- a) Un client A effectue deux requêtes auprès d'un serveur de temps B. La première requête part de A à 9h00m40.000 et arrive à B à 9h00m20.010, puis la réponse part de B à 9h00m20.060 et arrive à A à 9h00m40.100. La seconde requête part de A à 9h01m50.000 et arrive à B à 9h01m30.030, puis la réponse part de B à 9h01m30.130 et arrive à A à 9h01m50.140. Quelles sont les valeurs de décalage et d'incertitude calculées pour chaque requête? Laquelle valeur (i.e. de quelle requête) devrait-on utiliser? Peut-on combiner les informations des requêtes pour avoir un meilleur estimé du décalage? (**2 points**)
- b) Dans le cadre du travail pratique 2, vous avez implémenté un service de calcul sécurisé (pas de réponse malicieuse) et un service non sécurisé (réponses possiblement malicieuses). Quelle était

otre stratégie pour détecter et laisser tomber les réponses malicieuses? Quel était le surcoût de cette détection (temps CPU pour calcul sécurisé versus calcul non-sécurisé, mais avec très peu de réponses malicieuses finalement)? Quelle était la probabilité de ne pas détecter une réponse malicieuse si les réponses malicieuses sont générées indépendamment sur chaque serveur de calcul? Si elles sont générées de manière concertée? (**2 points**)

- c) Nous avons vu deux algorithmes qui peuvent être utilisés pour une élection dans un système réparti, l'élection hiérarchique et l'algorithme de Paxos. L'élection hiérarchique est a priori beaucoup plus simple. Quels sont donc les avantages de l'algorithme de Paxos? Donnez un exemple où seul l'algorithme de Paxos fonctionnerait correctement? (**1 point**)

Question 3 (5 points)

- a) Lesquelles des transactions T, U et V pourraient être validées si une validation en reculant était utilisée pour vérifier la cohérence des transactions? Une validation en avançant? (**2 points**)

T: Début
U: Début
V: Début
T: Read(e)
T: Read(a)
T: Read(d)
U: Read(a)
U: Read(e)
T: Write(a,21)
T: Write(b,12)
T: Compléter
U: Read(b)
V: Read(b)
U: Write(c,3)
U: Write(f,8)
U: Compléter
V: Read(c)
V: Write(d,12)
V: Write(e,1)
V: Compléter

- b) Supposons que les opérations listées en a) pour les transactions T, U et V sont en fait des transactions réparties. Un premier serveur X contient les variables a et b, un second serveur Y contient les variables c et d, alors que le troisième serveur Z contient les variables e et f. Le système utilise un protocole de fin de transaction atomique à deux phases. En supposant que les trois transactions puissent être validées avec les opérations telles que listées, que retrouverait-on dans le journal de chacun des serveurs (X, Y et Z)? Expliquez qu'est-ce qui est écrit à quel moment. (**2 points**)

- c) Pour les transactions locales, les algorithmes de contrôle optimiste de la concurrence, validation en avançant et validation en reculant, peuvent être intéressantes. Sont-elles applicables pour des transactions réparties? Expliquez. **(1 point)**

Question 4 (5 points)

- a) Un système transactionnel en ligne, pour des ventes aux enchères, utilise de la redondance à plusieurs niveaux. Il est connecté à 2 fournisseurs Internet et peut fonctionner tant que l'un des deux est opérationnel (i.e. chaque serveur est connecté aux deux réseaux). Il y a ensuite 3 serveurs de façade alors qu'il suffit d'un seul pour fonctionner. Les serveurs de façade font des requêtes à 2 serveurs de base de données redondants alors qu'un seul suffit. Deux unités de disque RAID sont utilisées. Chaque unité de disque RAID fonctionne si au moins 3 de ses 4 disques sont fonctionnels. Deux configurations sont possibles. Dans la première, chaque unité RAID est connectée à un seul des deux serveurs de base de données; un serveur ne fonctionnera que si son unité RAID fonctionne. Dans la seconde configuration, chaque serveur de base de données peut accéder aux deux unités RAID; un serveur ne fonctionnera que si au moins une des 2 unités est fonctionnelle. Si la probabilité de panne est de .1 pour un fournisseur Internet, .2 pour un serveur de façade, .15 pour un serveur de base de données et .25 pour un disque, et que la probabilité de panne est négligeable pour les autres composantes, quelle sera la probabilité que le service soit disponible aux clients pour chacune des deux configurations? **(2 points)**
- b) Dans le cadre du travail pratique 3, vous avez utilisé des gabarits Heat afin de spécifier le comportement d'un service. Que doit-on mettre dans le gabarit afin de répartir la charge entre plusieurs serveurs? Que doit-on ajouter au gabarit Heat afin d'ajuster selon la charge le nombre de serveurs entre lesquels le travail est réparti? Donnez le type des principales ressources requises et leur fonction. **(2 points)**
- c) Le système Google Wide Profiling permet de comparer la performance fournie par les différentes versions d'un logiciel, par différents types de matériel, ou même de calculer le coût global (temps CPU) pour une fonction donnée. Comment cela fonctionne-t-il? Est-ce que le surcoût est important pour obtenir ces informations? Sont-elles fiables? Expliquez. **(1 point)**

Le professeur: Michel Dagenais

ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Département de génie informatique et génie logiciel

Cours INF8480: Systèmes répartis et infonuagique (Automne 2018)

3 crédits (3-1.5-4.5)

EXAMEN FINAL

DATE: Vendredi le 14 décembre 2018

HEURE: 13h30 à 16h00

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) Un ordinateur contient un processeur à 8 coeurs, 4 disques de type SSD et 4 disques conventionnels. Il sert des requêtes DNS. Pour toutes les requêtes reçues, une recherche est effectuée en mémoire vive, ce qui prend 1ms de CPU. Ceci permet de servir 60% des requêtes. Pour les autres requêtes, dont la réponse ne se trouve pas en mémoire vive, une recherche est effectuée sur les disques SSD, ce qui prend 2ms de disque SSD. Ceci permet de servir la moitié des requêtes qui n'ont pas eu réponse en mémoire vive. Les requêtes restantes, dont la réponse n'a pas été trouvée en mémoire vive ni sur les disques SSD, seront servies à partir des disques conventionnels en 20ms de disque conventionnel. i) Quel est le nombre maximal de requêtes par seconde qui pourraient être servies si le logiciel traite séquentiellement les requêtes avec un seul thread? ii) Quel est le nombre maximal de requêtes servies si le logiciel utilise un grand nombre de threads et que les requêtes sont réparties uniformément sur les coeurs et les disques? Quel est le nombre minimal de thread requis pour maximiser le nombre de requêtes servies par seconde? (**2 points**)
- b) Un ordinateur doit traduire l'adresse symbolique www.polennord.com en adresse IP numérique. Il a accès à 2 serveurs DNS redondants dans son réseau local, et aux 13 serveurs DNS racine redondants. Il doit commencer par interroger les serveurs DNS du réseau local pour trouver l'adresse des serveurs de nom pour le domaine polennord.com. Ces 2 serveurs ont exactement le même contenu et ont 60% de chances de contenir l'adresse recherchée. Toutefois, ils sont peu fiables et chaque serveur a 45% de chances d'être fonctionnel. Si ceux-ci sont en panne, ou n'ont pas ces adresses dans leur cache, l'ordinateur doit interroger les 13 serveurs racine. Ces 13 serveurs ont chacun l'information recherchée. Toutefois, ils sont eux aussi très peu fiables en ce moment en raison d'une attaque en déni de service, et chaque serveur a une probabilité de 10% d'être fonctionnel. Ensuite, ayant l'adresse des serveurs de nom pour le domaine polennord.com, l'ordinateur pourra obtenir l'adresse du site www.polennord.com. i) Quelle est la probabilité que l'ordinateur puisse obtenir l'adresse des serveurs de noms de polennord.com auprès des 2 serveurs DNS de son réseau local? ii) Quelle est la probabilité que les 13 serveurs DNS racine ne soient pas disponibles? iii) Quelle est la probabilité que l'ordinateur ne puisse obtenir l'information à propos des serveurs DNS pour le domaine polennord.com? (**2 points**)

Question 2 (5 points)

- a) Un ordinateur A envoie un message à B à 13h00m10.200s pour obtenir le temps et reçoit une réponse à 13h00m10.600s, ces deux temps étant mesurés avec l'horloge de A. L'ordinateur B reçoit la requête de A à 13h00m05.300s et retourne sa réponse à A à 13h00m05.550s, 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) Dans le nord du Canada, un serveur central d'exclusion mutuelle maintient les verrous qui servent à protéger les K fichiers qui représentent la liste de cadeaux de chaque personne. Ce serveur de verrous doit servir jusqu'à N threads répartis dans différents noeuds qui doivent accéder à ces fichiers. Chaque thread acquiert un après l'autre un certain nombre de verrous, suivant une discipline de verrouillage strict à deux phases, puis les relâche tous après la fin de la transaction. Lorsqu'un thread demande un verrou, cette opération est bloquante, le thread ne continue qu'après avoir obtenu le verrou. On suppose que les demandes de verrou sont toujours ordonnées correctement et qu'il n'y a pas d'interblocage. i) Combien de messages sont requis pour l'acquisition d'un verrou par un thread auprès du serveur central d'exclusion? ii) Si une case mémoire est requise dans le serveur pour chaque verrou en utilisation (numéro du thread qui détient le verrou) et pour chaque demande de verrou en attente (numéro du thread bloqué en attente

pour ce verrou dans une liste), quel est le nombre maximal de cases mémoire qui peut être requis dans le serveur dans le pire cas? **(2 points)**

- c) Un groupe d'ordinateurs utilise l'élection hiérarchique. Lorsqu'un des ordinateurs du groupe ne réussit pas à contacter le serveur, il déclenche le processus d'élection. Quelles sont les étapes qu'il va effectuer et quels messages va-t-il envoyer à cet effet? **(1 point)**

Question 3 (4 points)

- a) 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? **(2 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)
W: Début
W: Read(e)
T: Compléter
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) Trois transactions concurrentes, T, U et V veulent effectuer les opérations suivantes. Les opérations pour chacune des transactions sont effectuées en séquence, dans l'ordre. Cependant, l'ordre entre les opérations des trois transactions peut varier, puisque chaque transaction est effectuée par un thread parallèle concurrent. La cohérence des opérations est assurée par des verrous ordinaires (i.e. un verrou est pris sur une variable par la transaction au premier accès à cette variable, indifféremment pour une lecture ou une écriture). Est-ce qu'un interblocage pourrait se produire? Si oui, donnez une séquence d'opérations qui mènerait à un interblocage. **(2 points)**

Transaction T

Transaction U

Transaction V

0	Début	Début	Début
1	Read(a)	Read(c)	Read(d)
2	Read(b)	Read(d)	Read(e)
3	Read(f)	Write(c)	Read(f)
4	Write(c)	Write(c)	Write(e)
5	Write(f)	Write(d)	Compléter
6	Compléter	Compléter	

Question 4 (4 points)

- a) Deux scénarios sont comparés pour offrir un service de base de données. Dans le premier scénario a), 2 serveurs redondants viennent chacun avec une unité de disque RAID (4 disques dont au moins 3 sur 4 doivent être fonctionnels). Dans le second scénario b), 3 serveurs redondants viennent chacun avec 3 disques (qui doivent les 3 être fonctionnels). La probabilité d'être fonctionnel est 0.85 pour un serveur (hormis les disques) et de 0.9 pour un disque. Quel scénario sera le plus fiable? **(2 points)**
- b) Dans le travail pratique 3, un gabarit Heat, autoscaling.yaml, vous était fourni en exemple. Quel est le principe d'un service qui se met à l'échelle automatiquement sur OpenStack avec Heat? La section suivante est extraite de ce fichier. Expliquez à quoi sert cette section. **(2 points)**

```

cpu_alarm_high:
  type: OS::Ceilometer::Alarm
  properties:
    description:
    meter_name: cpu_util
    statistic: avg
    period: 60
    evaluation_periods: 1
    threshold: 50
    alarm_actions:
      - {get_attr: [web_server_scaleup_policy, alarm_url]}
    matching_metadata: {'metadata.user_metadata.stack':
      {get_param: "OS::stack_id"}}
    comparison_operator: gt
  
```

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? **(3 points)**

Le professeur: Michel Dagenais

ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Département de génie informatique et génie logiciel

Cours INF4410: Systèmes répartis et infonuagique (Automne 2016)
3 crédits (3-1.5-4.5)

EXAMEN FINAL

DATE: Vendredi le 16 décembre 2016

HEURE: 9h30 à 12h00

DUREE: 2H30

NOTE: Toute documentation permise, calculatrice non programmable permise

Ce questionnaire comprend 4 questions pour 20 points

Question 1 (5 points)

- a) Sur les ordinateurs Linux, le fichier `resolv.conf` permet de lister plusieurs serveurs de nom (DNS), qui seront interrogés dans l'ordre selon lequel ils apparaissent dans le fichier, jusqu'à ce qu'une réponse soit obtenue. Ceci offre donc une tolérance aux pannes de serveur DNS par redondance, lorsqu'une traduction de nom à adresse IP est requise. Si 5 serveurs sont listés dans le fichier de configuration, combien de serveurs en panne par omission ce mécanisme peut-il tolérer avant de cesser de fonctionner? Si vous étiez dans un environnement hostile, où certains serveurs compromis fourniraient de mauvaises réponses, comment pourriez-vous modifier ce mécanisme pour aussi tolérer des pannes byzantines? Dans ce cas, combien de serveurs en panne (arrêtés ou compromis), pourriez-vous tolérer tout en maintenant le service opérationnel? **(2 points)**
- b) Un serveur de nom contient un CPU à un cœur ainsi qu'un disque. Chaque requête prend 150us (us pour microseconde) de temps CPU pour traiter la requête au complet lorsque la réponse est présente en mémoire centrale. Lorsque la réponse n'est pas présente en mémoire centrale, ce qui arrive pour 10% des requêtes reçues, il faut ajouter un 150us supplémentaire de temps CPU et une lecture au disque qui prend 500us (disque rapide de type SSD). Finalement, lorsque la réponse n'est pas en mémoire ni sur disque, ce qui arrive pour 1% des requêtes reçues, il faut ajouter à ces deux temps le temps pour une demande récursive au serveur plus haut dans la hiérarchie, ce qui ajoute 200us de temps CPU et 20ms (ms pour miliseconde) d'attente. Si le processus pour ce service traite séquentiellement les requêtes avec un seul fil d'exécution (thread), combien de requêtes par seconde peut-il servir? Si plusieurs fils d'exécution (thread) sont utilisés de manière à maximiser la performance, combien de requêtes par seconde peut-il servir et combien de fils d'exécution doit-on utiliser? **(2 points)**
- c) Il y a eu, au cours des dernières années, quelques épisodes où des attaques en déni de service ont été lancées contre les serveurs de nom (DNS) principaux sur l'Internet. Dans un tel cas, il peut arriver que les serveurs racines, complètement submergés, soient pratiquement inopérants. Cependant, la plupart des utilisateurs n'ont rien remarqué et ils ont pu continuer à utiliser la plupart des sites populaires. Toutefois, certains sites moins populaires, mais aussi quelques sites populaires qui font un usage plus dynamique des serveurs de nom, n'étaient effectivement pas accessibles en raison de l'attaque. Comment expliquez-vous cela? **(1 point)**

Question 2 (5 points)

- a) A l'occasion du nouvel an, vous désirez inviter à la maison les parents de votre conjoint. Cependant, ceux-ci, des ingénieurs, accordent une très grande importance à la précision du temps. A 10h05m00s, heure de votre domicile, vous envoyez un drone avec caméra lire le temps sur l'horloge atomique des parents qui n'habitent pas très loin. Rendu là, le drone filme l'horloge qui affiche 10h10m05s, se pose 5 minutes pour reposer ses moteurs, et filme à nouveau l'heure sur l'horloge atomique qui est maintenant 10h15m05s. Le drone revient à votre domicile à 10h14m00s, heure de votre domicile. Vous pouvez alors visionner le film et connaître les deux temps qui ont été filmés, à l'arrivée et au départ du drone de chez les parents. Quel ajustement apporterez-vous à l'horloge de votre domicile pour la synchroniser avec l'horloge atomique des

parents suite à ces lectures? Quelle est l'incertitude sur cet ajustement? Si vous connaissez la direction et la force du vent ainsi que la localisation du domicile des parents, est-ce que cela vous permettrait d'obtenir un meilleur ajustement du temps? **(2 points)**

- b) Le 31 décembre prochain, une seconde sera ajoutée en fin de journée de sorte qu'il sera éventuellement 23h59m60s, et que seulement une seconde plus tard il sera 0h00m00s. Pourquoi l'organisme en charge de maintenir le temps fait-il une telle modification qui pourrait perturber le décompte de nombreux fêtards lors de la veille du jour de l'an? La compagnie Google, soucieuse d'aplanir le problème, offre un service public de serveurs de temps (NTP) et compte cacher cette seconde supplémentaire, qui pourrait causer des ennuis à plusieurs logiciels, en ralentissant le temps d'une seconde sur une période allant de 10 heures avant et 10 heures après la fin de la journée du 31 décembre. Vous désirez profiter de ce ralentissement du temps pour améliorer votre record de 20s pour courir un 100 mètres. Que deviendra ce temps de 20s lorsque mesuré en utilisant le temps ralenti par Google? **(2 points)**
- c) Lors du travail pratique 2, un répartiteur envoyait des tâches à plusieurs serveurs. Il pouvait arriver que certains serveurs soient tués au beau milieu de l'exécution d'une tâche. Comment est-ce que le répartiteur pouvait s'apercevoir d'une telle panne et comment pouvait-il réagir afin de tolérer cette panne? **(1 point)**

Question 3 (5 points)

- a) Lesquelles des transactions T, U et V pourraient être validées si une validation en reculant était utilisée pour vérifier la cohérence des transactions? Une validation en avançant? Justifiez. **(2 points)**

T: Début
T: Read(a)
T: Write(b,1)
U: Début
U: Read(a)
U: Write(c,2)
V: Début
T: Compléter
U: Read(b)
V: Read(a)
V: Read(b)
V: Read(c)
V: Write(c,3)
V: Compléter
U: Compléter

- b) Une transaction répartie implique un coordonnateur, un client et plusieurs serveurs. Dans un premier cas, i), le client a ouvert une transaction (e.g., acheter des billets de spectacle pour sa

famille), spécifié plusieurs opérations pour la transaction et demandé de compléter la transaction. Il est maintenant en attente de la confirmation que la transaction est acceptée. Il attend un certain temps et ne reçoit toujours pas de réponse. Peut-il en conclure que la transaction est effectuée ou non? Peut-il demander à ce point d'annuler la transaction? Que peut-il faire? Dans un second cas, ii), le coordonnateur d'une transaction reçoit la demande du client de compléter la transaction et envoie à chaque serveur impliqué une demande à savoir s'ils sont prêts à commettre la transaction. Il reçoit des réponses (affirmatives) de tous les serveurs sauf 1 (dont le réseau est possiblement en panne). Peut-il relancer le serveur qui ne répond pas? Peut-il attendre indéfiniment? Que peut-il faire? **(2 points)**

- c) Sachant que vous avez complété le travail pratique 3 et êtes un expert avec OpenStack et Heat, on vous consulte car le gabarit suivant comporte un problème. Dites quelle ligne devrait être corrigée et comment. **(1 point)**

```

resources:
    web_nodes:
        type: OS::Heat::ResourceGroup
        properties:
            count: 2
            resource_def:
                #Définition des serveur.

    pool:
        type: OS::Neutron::Pool
        #Définition du Pool

    lbalancer:
        type: OS::Neutron::LoadBalancer
        properties:
            protocol_port: 8000
            members: {get_resource: web_nodes}
            pool_id: {get_resource: pool}

```

Question 4 (5 points)

- a) Le système informatique d'une centrale solaire commande l'inclinaison des panneaux solaires et doit offrir une très grande fiabilité. Un arrêt peut causer une diminution importante de la production électrique voire même concentrer les rayons du soleil au mauvais endroit et faire griller les maisons voisines. Le système est composé de 3 ordinateurs en redondance (Triple Modular Redundancy) qui reçoivent les mêmes entrées et dont les sorties sont passées par un voteur. Le voteur est très fiable et produit une sortie tant que deux des trois ordinateurs sont en bon ordre (donnent le même résultat). Chaque ordinateur a une probabilité de défaillance (donner un mauvais résultat) de 0.1. Quelle est la probabilité de défaillance de ce système de trois ordinateurs redondants? On vous propose de changer le voteur pour que, s'il obtient 3

réponses différentes, il propagera en sortie la sortie d'un des ordinateurs pré-sélectionné (e.g., l'ordinateur #1, car il est plus neuf). Est-ce que cela augmente la disponibilité du système? Est-ce qu'il y a des inconvénients à faire cela? **(2 points)**

- b) Un dicton dit que les configurations de serveurs actif-passif sont plus simples à gérer mais moins performantes. Sur le système de fichiers CODA, chaque fichier est stocké sur plusieurs serveurs (typiquement 3). Lorsqu'un client veut lire un fichier, il lui suffit de le lire sur un seul serveur. Pour écrire un fichier, il doit l'écrire sur tous les serveurs, ou du moins ceux qui sont rejoignables puisque ce système est tolérant aux pannes. Est-ce que CODA utilise une configuration actif-passif ou actif-actif? Est-ce que le dicton s'applique ici? Donnez un exemple concret de performance différente et de cas complexe à gérer par rapport à un serveur seul? **(2 points)**
- c) Dans le processus de développement classique, chaque développeur d'un gros projet extrait du système de gestion de code source (e.g., SVN ou Git) les fichiers du programme et en obtient une copie sur son poste. Ensuite, celui-ci peut modifier quelques fichiers et effectuer la compilation sur son poste. Une compagnie qui dispose d'une grappe de serveurs de compilation pourrait permettre aux développeurs d'envoyer la demande de compilation sur ces serveurs (envoyer les fichiers source et recevoir les fichiers compilés). Avec le Google Build System, la situation est différente. Expliquez ces différences et en quoi permettent-elles de sauver du temps de compilation. **(1 point)**

Le professeur: Michel Dagenais

ECOLE 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? Enoncez 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 séquencement 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.
 - i) Comment peut-on détecter un interblocage dans un tel système?
 - ii) Est-il possible de le faire sans simultanément arrêter tous les processus impliqués?
 - iii) Doit-on constamment vérifier la présence d'interblocages, ou peut-on le faire seulement à la demande (selon quel critère)?
 - iv) 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

ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Département de génie informatique et génie logiciel

Cours INF4410: Systèmes répartis et infonuagique (Automne 2013)
3 crédits (3-1.5-4.5)

EXAMEN FINAL

DATE: Samedi le 7 décembre 2013

HEURE: 9h30 à 12h00

DUREE: 2H30

NOTE: Toute documentation permise, calculatrice non programmable permise

Ce questionnaire comprend 4 questions pour 20 points

Question 1 (5 points)

- a) 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. Associez un vecteur de compteurs d'événements à chacun ($< p_1, p_2, p_3 >$), fournissant ainsi ces mêmes trois listes, mais avec des vecteurs de compteurs plutôt que des compteurs. A l'aide de ces vecteurs, que pouvez-vous dire de l'ordre relatif (avant, concurrent, après) des événements 2 de p_1 versus 2 de p_3 , et 4 de p_1 versus 4 de p_2 . Justifiez. (2 points)

p_1 : 1 lecture; 2 message A vers p_2 ; 3 écriture; 4 écriture; 5 message B de p_3

p_2 : 1 message A de p_1 ; 2 écriture; 3 message C vers p_3 ; 4 lecture; 5 message D de p_3

p_3 : 1 lecture; 2 message C de p_2 ; 3 écriture; 4 message B vers p_1 ; 5 message D vers p_2

- b) Un ordinateur A envoie un message à B à 9h00m10.200s pour obtenir le temps et reçoit une réponse à 9h00m10.600s. L'ordinateur B reçoit la requête de A à 9h00m05.300s à son heure, envoie une requête à C à 9h00m05.400s, reçoit la réponse de C à 9h00m05.500s et envoie sa réponse à A à 9h00m05.550s. Le serveur C reçoit la demande de B à 9h00m00.300s et lui répond à 9h00m00.350s, heure de C. La réponse finale à A contient toutes ces valeurs de temps ainsi que leur origine. A peut donc appliquer l'algorithme utilisé par NTP pour synchroniser son horloge avec celle de C, celle-ci étant très précise. Quel est le décalage à appliquer sur A? Quel est l'intervalle d'incertitude associé? (2 points)
- c) Lorsque la méthode de l'élection hiérarchique est utilisée, afin de trouver le serveur de plus haute priorité disponible pour être élu coordonnateur, on dit que le nombre de messages envoyés peut être de l'ordre de n^2 dans le pire cas. Décrivez un cas où cela se produirait? (1 point)

Question 2 (5 points)

Trois transactions, T, U et V, s'exécutent concurremment. Le séquencement des opérations est le suivant:

T: Début
 U: Début
 T: Read(a)
 U: Read(a)
 T: Read(b)
 T: Write(b,1)
 T: Compléter
 V: Début
 V: Read(b)
 U: Read(b)
 U: Read(c)

U: Write(b,2)
 U: Write(c,3)
 U: Compléter
 V: Read(c)
 V: Write(c)
 V: Compléter

- Lesquelles des transactions T, U et V pourraient s'effectuer ainsi, si un contrôle de la concurrence par prise de verrou (partagé pour la lecture et exclusif pour l'écriture) est utilisé? Justifiez. **(2 points)**
- Lesquelles des transactions T, U et V pourraient être validées si une validation en reculant était utilisée pour vérifier la cohérence des transactions? Une validation en avançant? Justifiez. **(2 points)**
- Un client effectue une série d'opérations dans le cadre d'une transaction avec plusieurs sous-transactions imbriquées. Indiquez lesquelles des variables a à e seront modifiées par la transaction ainsi que leur nouvelle valeur. **(1 point)**

```

Début T1
  Write(a, 2)
  Début T1.1
    Write(b, 4)
    Début T1.1.1
      Write(c, 6)
      Committre T1.1.1
      Write(d, 8)
      Abandonner T1.1
    Write(b,10)
    Début T1.2
      Write(e,3)
      Début T1.2.1
        Write(e,5)
        Abandonner T1.2.1
      Committre T1.2
    Committre T1
  
```

Question 3 (5 points)

- Un jeune finissant veut offrir un nouveau service internet et doit se monter une infrastructure au plus bas coût possible. Son infrastructure est constituée de deux serveurs de base de données redondants et de 20 serveurs Web. Chaque serveur de base de données est constitué d'un ordinateur, et de deux disques redondants en miroir. Chaque serveur Web est constitué d'un ordinateur et d'un disque. Son fournisseur Internet s'occupe de répartir les requêtes

entre ses serveurs Web. Le matériel utilisé a été recyclé et est en mauvais état. A chaque instant, chaque disque a une probabilité d'être en panne de 0.2 et chaque ordinateur (hormis son ou ses disques) a une probabilité de 0.1. Quelle est la probabilité que tout (incluant chaque élément redondant) soit fonctionnel en même temps, (aucun disque ou ordinateur en panne)? Quelle est la probabilité que le service soit complètement non disponible?

(2 points)

- b) Une transaction répartie effectue les opérations suivantes sur un des serveurs impliqués. Expliquez qu'est-ce qui devra être écrit dans le journal qui permet la récupération en cas de panne, et à quel moment ceci devra être fait au plus tôt et au plus tard (i.e. après quelle opération)? **(2 points)**

- 1: lire a
- 2: écrire 40, b
- 3: lire c
- 4: écrire 60, d
- 5: préparer à commettre
- 6: commettre

- c) Dans le cadre du travail pratique 2, un répartiteur demandait à des serveurs de compter les incidences des mots dans des morceaux de texte. Lorsqu'un serveur faisait défaut et ne fournissait pas la réponse, le répartiteur pouvait demander à un autre serveur de refaire le travail, offrant ainsi une tolérance aux pannes. Cependant, le répartiteur demeure un maillon faible. Proposez une architecture qui permette d'améliorer la résilience du répartiteur. **(1 point)**

Question 4 (5 points)

- a) Une entreprise opère 9 ordinateurs identiques, 3 pour chacun de trois départements très semblables. Chacun des 3 ordinateurs pour un département est affecté à un service particulier (serveur LDAP, serveur de fichiers, serveur de compilation) et ces trois serveurs ont un taux d'occupation moyen de 10%, 20% et 30% respectivement. Un administrateur de système, inspiré par le cours INF4410, propose de consolider ces serveurs en les virtualisant, ce qui permettrait de réduire le nombre d'ordinateurs requis. Le surcoût de la virtualisation est de 20%, ce qui prenait 1 seconde en prendrait 1.2. Deux solutions sont envisagées, conserver un ordinateur par département qui roule les trois machines virtuelles de ce département, ou avoir un nuage de 3 ordinateurs physiques sur lesquels seraient répartis les 9 machines virtuelles. Que deviendrait le taux d'utilisation moyen dans chaque cas, en supposant que la charge sur chaque serveur était assez uniforme dans le temps? Quelle solution vous semble la plus intéressante? Pourquoi? **(2 points)**
- b) Sur le nuage de la compagnie Amazon, un service de répartiteur existe qui envoie les requêtes reçues à tour de rôle à un des serveurs disponibles. Le répartiteur reçoit de l'information sur les différents serveurs (taux d'utilisation des serveurs, et temps de réponse aux requêtes).

Le répartiteur peut aussi décider d'instancier des serveurs supplémentaires ou de retirer des serveurs instanciés. Quel critère est-ce que le répartiteur utilise pour choisir le prochain serveur auquel envoyer une requête reçue? Quel critère utilise-t-il pour décider d'activer une instance supplémentaire de serveur? Pour retirer une instance de serveur? **(2 points)**

- c) Les solutions de virtualisation comme KVM offrent la virtualisation complète ou la paravirtualisation. Quels sont les avantages et limitations de ces deux alternatives? Dans quelle situation choisirait-on de préférence chacune? **(1 point)**

Le professeur: Michel Dagenais

ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Département de génie informatique et génie logiciel

Cours INF4402: Systèmes répartis sur l'Internet (Automne 2012)
3 crédits (3-1.5-4.5)

EXAMEN FINAL

DATE: Dimanche le 16 décembre 2012

HEURE: 9h30 à 12h00

DUREE: 2H30

NOTE: Toute documentation permise, calculatrice non programmable permise

Ce questionnaire comprend 4 questions pour 20 points

Question 1 (5 points)

- a) Un client envoie un message au serveur pour lui demander l'heure exacte. Ce message est envoyé à 10h00m00.000s et la réponse reçue à 10h00m00.542s, heure du client. La réponse indique que l'heure exacte du serveur au moment où il a répondu était de 10h00m05.041s. En utilisant l'algorithme de Christian, calculez le décalage à appliquer à l'heure du client et donnez l'intervalle d'incertitude sur cette valeur de décalage? Si le serveur avait fourni l'information additionnelle suivante, réception de la demande à 10h00m04.539 et envoi de la réponse à 10h00m05.041s, en utilisant l'algorithme de NTP qui tire parti de cette information, que deviendrait le calcul de décalage et l'intervalle d'incertitude associé? (2 points)
- b) Afin de détecter un interblocage réparti dans un système de transactions réparti, il faudrait idéalement prendre un cliché cohérent de tous les liens de dépendance entre les verrous et les transactions. Ceci n'est généralement pas fait, les dépendances de chaque serveur sont prises en séquence avec un délai faible plutôt que d'essayer d'avoir simultanément tout l'état de tous les serveurs. Pourquoi? Quelles sont les conséquences d'avoir un graphe de dépendance global construit à partir des informations non simultanées (cohérentes) des différents serveurs? Donnez un exemple concret de situation problématique qui peut se présenter. (2 points)
- c) Dans le travail pratique 2, chaque client numérotait ses demandes afin de permettre aux serveurs de maintenir un ordonnancement cohérent entre les requêtes (pour la même donnée d'un même client). Discutez brièvement des divers problèmes de sécurité de cette application et de solutions possibles. Par exemple, un client malicieux pourrait-il bloquer le système en envoyant par exprès des requêtes avec des numéros d'ordre manquants (e.g., requête 5, ensuite 7...)? (1 point)

Question 2 (5 points)

Trois transactions, T, U et V, s'exécutent concurremment. Le séquencement des opérations est le suivant:

T: Début
U: Début
V: Début
T: Read(x)
U: Read(z)
T: Write(x,1)
T: Compléter
U: Read(x)
V: Read(w)
U: Read(y)
U: Write(y,2)
U: Compléter
V: Read(x)

V: Read(y)
V: Write(z,3)
V: Compléter

- a) Lesquelles des transactions T, U et V pourraient être validées si une validation en reculant était utilisée pour vérifier la cohérence des transactions? Justifiez. **(1 point)**
- b) Lesquelles des transactions T, U et V pourraient être validées si une validation en avançant était utilisée pour vérifier la cohérence des transactions? Justifiez. **(1 point)**
- c) Lesquelles des transactions T, U et V pourraient être validées si une validation par compteur de temps était utilisée pour vérifier la cohérence des transactions? Justifiez. Les écritures sont faites dans des valeurs tentatives jusqu'à ce que la transaction associée ne soit complétée, les lectures sont faites dans les valeurs tentatives. **(1 point)**
- d) Vous devez concevoir un système d'achat de billets de spectacles où le client peut choisir plusieurs sièges et ensuite confirmer son choix et son achat par son paiement. De nombreux clients peuvent utiliser le système d'achat en même temps pour un même spectacle. Vous hésitez entre un contrôle optimiste de la concurrence et un contrôle strict de la concurrence. Quelles seront les conséquences de ce choix sur l'utilisation du site par un client (performance, déroulement de la procédure d'achat...)? Donnez un exemple concret de problème qui pourrait se poser. **(2 points)**

Question 3 (5 points)

- a) Un grand mélomane s'est procuré un système redondant pour jouer de la musique dans son salon. Il possède donc deux paires de haut-parleurs (HP_A et HP_B), chacune connectée à un ordinateur client (CL_A pour HP_A et CL_B pour HP_B) relié à un réseau sans fil différent ($WIFI_A$ pour CL_A et $WIFI_B$ pour CL_B). Il possède en outre deux serveurs redondants (SRV_1 et SRV_2) pour sa musique, chacun avec 4 disques en RAID 5 et deux cartes réseau sans fil. Chaque client peut aussi bien se connecter sur SRV_1 ou sur SRV_2 . Les unités RAID 5 permettent de tolérer la panne d'un disque sur les quatre. Les probabilités d'être en panne à un moment donné sont de 0.00001 pour une paire de haut-parleurs, 0.00002 pour un client, 0.00003 pour un réseau sans fil, 0.00004 pour un serveur (électronique et logiciels mais sans les disques) et de .001 pour un disque. Quelle est la probabilité que ce système redondant soit non-disponible, empêchant d'écouter de la musique avec une paire de haut-parleurs à partir d'un serveur? **(2 points)**
- b) Une entreprise avec 15 sites veut offrir des forums à ses employés, un peu comme le système Usenet qui utilisait le protocole NNTP. Sur chaque site, un serveur permettra aux employés de consulter une copie des messages et de contribuer de nouveaux messages sur les forums. Afin de propager chaque message sur chaque site, deux organisations sont envisagées. La première organisation se base sur un serveur central dans un des 15 sites, la maison mère, avec lequel chacun des serveurs sur les 14 autres sites communiqueront pour obtenir les nouveaux messages produits sur les autres sites et contribuer les nouveaux messages générés

sur ce site. La seconde organisation se base sur un arbre avec 8 sites classés niveau 3, 4 sites classés niveau 2, 2 sites classés niveau 1 et un serveur racine de niveau 0 sur le site de la maison mère. Dans cette structure arborescente, chaque serveur de niveau n est alimenté par un parent de niveau n - 1 et alimente deux enfants de niveau n + 1; le niveau 4 n'a pas d'enfant et le niveau 0 pas de parent. Chaque serveur obtient de son parent les nouveaux messages produits dans les autres branches et lui contribue les nouveaux messages générés dans sa branche. Pour chaque nouveau message créé, comparez le nombre de messages échangés entre les serveurs pour chacune de ces deux organisations. (**2 points**)

- c) Dans les bases de données conventionnelles, les modifications associées à une transaction sont premièrement écrites dans le journal, ensuite (si la transaction est confirmée) écrites dans la base de données, et finalement une entrée de confirmation de la transaction est ajoutée au journal. On vous propose plutôt une base de données structurée en journal où les modifications sont simplement écrites dans le journal de même que la confirmation de la transaction. Est-ce suffisant pour permettre de récupérer en cas de redémarrage, tout comme avec les bases de données conventionnelles? Quels sont les avantages et inconvénients d'une telle organisation pour les accès en lecture et en écriture à la base de données? (**1 point**)

Question 4 (5 points)

- a) Dans votre travail pratique 3, lorsqu'un client envoie un message à une salle de discussion, il envoie un message séparé à chacun des membres de cette salle. Lorsque le nombre de participants est très élevé, ceci peut poser des problèmes de performance. Proposez une amélioration qui permettrait de réduire le nombre total de messages transmis. (**2 points**)
- b) Quelles sont les principales caractéristiques du Google Build System? En quoi chacune de ces caractéristiques permet-elle d'être plus rapide et efficace qu'un système de compilation conventionnel où chaque usager ou groupe recompile son logiciel avec des outils comme make (ou parallel make sur une grappe d'ordinateurs)? (**1 point**)
- c) Avec le format d'encodage sur le réseau des données CORBA CDR, l'envoyeur et le récepteur connaissent à l'avance l'ordre et le type des données échangées. En quoi cela diffère-t-il de ce qui arrive dans les Protocol Buffers de Google? Quels sont les avantages respectifs de chacune de ces manières d'encoder les données sur le réseau. (**1 point**)
- d) Dans votre travail pratique 3, à quoi correspond l'étape d'initialisation (bootstrap) dans Kademlia et pourquoi est-elle nécessaire? Concrètement, dans un tel système poste-à-poste décentralisé, comment est-ce qu'un client qui veut se connecter au réseau peut-il obtenir l'adresse d'un client existant? (**1 point**)

Le professeur: Michel Dagenais