

Réseaux 6^e édition

Andrew Tanenbaum, Nick Feamster, David Wetherall

Corrigés des exercices

Chapitre 7 : La couche Application

ISBN : 978-2-3260-0239-5

1. Ce n'est pas un nom absolu. Il est relatif à *.cs.vu.nl*. C'est une notation abrégée de laserjet.cs.vu.nl.
2. Le serveur de noms local contacte un serveur racine, un serveur de noms de edu et un serveur de noms de uchicago.edu. Cela se produit lorsque le département des sciences informatiques ne dispose pas de son propre serveur de noms, et que l'adresse IP a été renvoyée par le serveur de noms uchicago.edu.
3. L'enregistrement DS.
4. L'enregistrement RRSIG.
5. Le serveur de noms d'autorité du fournisseur de contenus reçoit une demande DNS récursive du résolveur récursif local du client. Il déduit la localisation du résolveur local (par exemple par géolocalisation IP) puis renvoie un enregistrement A contenant l'adresse IP d'un serveur de noms proche. Cela suppose que soit, ce résolveur local est proche du client, soit le résolveur exploite une technique telle que EDNS0 Client Subnet pour trouver où se situe le client dans le réseau.
6. Lorsqu'une requête est générée vers une page web, le navigateur interroge le serveur DNS pour obtenir l'adresse IP de la page demandée puis télécharge alors la page avec cette adresse. Si tous les serveurs DNS venaient à s'effondrer simultanément, il ne serait alors plus possible d'obtenir les correspondances nécessaires entre noms de domaine et adresses IP. Et la seule façon d'accéder à une page web serait d'indiquer directement l'adresse IP du serveur concerné plutôt que son nom de domaine. Mais, comme la plupart des internautes ne connaissent pas les adresses IP des serveurs, il ne serait donc quasiment plus possible d'accéder aux serveurs de l'Internet.
7. a) Cette question suppose quelques connaissances en anglais. Il suffit de lancer une recherche sur le Web. On trouve en développant : « *For The Time Being Pay As You Go. In Any Case it's First Come First Serve. I'll Keep You Posted.* » b) Le jargon Internet ressemble à l'orthographe SMS en économisant de la frappe, mais cela suppose de connaître ces raccourcis.
8. Opter pour TCP suppose plus d'efforts pour la mise en place de la connexion, ce qui convient dès que la connexion peut être réutilisée pour plusieurs requêtes. Par ailleurs, en utilisant TCP pour les requêtes DNS, il devient possible de sécuriser la circulation des requêtes grâce à TLS ou HTTPS et à assurer leur confidentialité.
9. Sans chiffrement : le résolveur DNS récursif local, le résolveur d'extrémité *stub* du client et votre réseau local (par exemple votre FAI). Si vous utilisez DoH ou DoT, le FAI ne peut normalement pas voir les requêtes et réponses DNS sauf si c'est lui qui opère le résolveur récursif de confiance du client.
10. Le nom de domaine généré serait (très probablement) unique et pourrait donc être enregistré, sachant qu'un nom de domaine doit être inférieur à 256 octets (*cf.* le standard). Mais, étant donné que le suffixe *.com* exige qu'un nom soit supérieur à 256 octets, l'enregistrement ne sera pas possible.

11. Oui. En fait, la figure 7.4 illustre un exemple d'adresse IP double. Rappelons qu'une adresse IP consiste en un numéro de réseau et un numéro d'hôte. Si une machine a deux cartes Ethernet, elle peut être reliée à deux réseaux différents et donc avoir deux adresses IP.
12. C'est possible. Les deux adresses www.large-bank.com et www.large-bank.ny.us peuvent correspondre à la même adresse IP. Il y aura une entrée dans *com* et une autre dans le domaine national (ce n'est pas rare).
13. Il appartient à l'enveloppe parce que le système de remise a besoin de connaître sa valeur pour traiter les courriers qui ne peuvent être remis.
14. Non, rien n'empêche un utilisateur de modifier le champ FROM à sa guise. Mieux vaut chercher les enregistrements DNS MX et SPF du domaine de confiance et comparer leur contenu avec le nom de la machine qui a émis le courriel.
15. C'est beaucoup plus compliqué qu'on ne l'imagine. D'abord, la moitié du monde écrit le prénom d'abord et le nom ensuite tandis que l'autre moitié (Chine et Japon, notamment) fait l'inverse. La gestion des noms doit savoir distinguer entre un nombre quelconque de prénoms et un nom de famille, ce dernier pouvant avoir plusieurs parties, comme dans John von Neumann. Aux États-Unis, on met souvent une initiale médiane, comme dans George W. Bush, mais pas toujours. On trouve également un grand nombre de civilités diverses comme M., Mme, Miss, Mrs, Ms, Dr, Pr, Ing, Lord... qui préfixent le nom ainsi que des marques de générations comme Jr (pour junior), Sr (pour senior), III, IV, etc. Certaines personnes aiment bien faire apparaître leurs titres universitaires comme Ph. D. ou M.Sc. ou docteur ès sciences. Enfin, dans certains pays, on peut inclure dans son nom certaines décorations ou certaines marques honorifiques. Un membre de la Société royale anglaise peut ainsi ajouter à son nom FRS (*Fellow of the Royal Society*). En combinant tout cela, on peut avoir quelque chose comme : Pr Dr Abigail Barbara Cynthia Doris E. de Vries III, Ph.D., FRS
16. Bien évidemment le cabinet d'avocats n'a pas envie de donner une nouvelle adresse e-mail à chaque employé. La façon simple de faire consiste à associer l'alias *prénom.nom* à chaque adresse e-mail existante. Lorsqu'un courriel arrive au démon SMTP pour un destinataire sous la forme *prénom.nom@cabinet.com*, une correspondance sera faite entre cet alias et l'identifiant réel du destinataire afin de faire suivre le courriel à *identifiant@cabinet.com*.
17. L'encodage Base64 produit quatre octets en sortie pour trois octets en entrée ; 99 octets entrants produisent donc 132 octets sortants. L'octet restant, donc huit bits, est codé sous forme de deux caractères, avec remplissage par « = » pour indiquer qu'il s'agit d'un octet entrant isolé. Le total est de 136 octets.
18. Puisqu'il existe cinq caractères ASCII, le codage base64 doit se terminer avec « = ». Le dernier caractère doit être complété par des zéros pour arriver à un groupe de six bits. Par exemple, 1001 ne doit pas donner 001001, mais 100100. « J » doit être « k ».
19. Oui, l'approche est la même que celle qui a permis à la messagerie d'accepter des pièces jointes au format binaire alors que les serveurs SMTP ne savaient traiter que du texte ASCII.
20. La première définition est : toute suite de un ou plusieurs espaces ou tabulations. La seconde est : toute suite de un ou plusieurs espaces ou tabulations ou retours arrière à condition que le résultat net de l'application des retours arrière laisse encore au moins un espace ou une tabulation.
21. On peut citer par exemple *application/vnd.ms-excel* (Excel), *application/vnd.ms-powerpoint* (PowerPoint), *application/x-tar* (archives tar), *audio/midi* (sons MIDI), *image/svg+xml* (graphiques vectoriels, dorénavant intégré aux navigateurs) ou encore *video/x-ms-wmv* (Windows Media video).
22. Oui. Servez-vous du sous-type *message/external-body* et envoyez l'adresse URL du fichier et pas le fichier lui-même.
23. Non. Le programme IMAP, en fait, ne touche pas la boîte distante. Il envoie des commandes au démon IMAP du serveur de courrier. Tant que ce démon connaît le format de la boîte aux lettres, tout va bien. Un serveur de courrier peut donc passer d'un format à un autre en une nuit, sans même informer ses utilisateurs, pourvu qu'on modifie en même temps le démon IMAP pour qu'il comprenne le nouveau format.

24. La syntaxe officielle selon la RFC 1738 est <https://dns-name:port/file>.
25. Il s'agit de deviner le nom du serveur qui pourrait être <ftp.math.stanford.edu>. L'URL s'écrirait dans ce cas <ftp://ftp.math.stanford.edu/ftp/pub/Areviser/NouvelleDemonstration.pdf>.
26. Si 150 ms sont consacrées à la préparation et à la première requête, l'approche séquentielle demande 2 850 ms pour les autres requêtes. Pour ramener ce délai à 50 ms, il faut répartir les 2 850 ms en 57 requêtes de 50 ms, soit 58 au total. Voir aussi la loi de Amdahl.
27. Si la connexion TCP reste en service, des messages vont arriver. Dans le cas contraire, par exemple suite à un blocage d'un des hôtes ou du boîtier NAT, la connexion TCP sera rompue. Le problème ne peut être résolu qu'au niveau des couches supérieures, car HTTP ne peut rien y faire.
28. a) Il n'y a que 14 calendriers possibles suivant que l'année est bissextile ou non et qu'elle commence par un certain jour de la semaine. Un programme JavaScript peut aisément contenir les 14 calendriers et une petite base de données indiquant à quel calendrier correspond telle ou telle année. On pourrait aussi utiliser un script PHP mais ce serait plus lent.
b) Cela nécessite une grosse base de données. On doit le faire sur le serveur en utilisant PHP.
c) Les deux sont possibles mais JavaScript est plus rapide.
29. La plupart des pages HTML sont modifiées beaucoup plus souvent que des fichiers JPEG. La majorité des sites modifient sans cesse leur HTML mais ne changent pas beaucoup leurs images. Cependant, l'efficacité se rapporte aussi au coût des différentes opérations. Il n'y a pas beaucoup de différence entre le chargement d'un message 404 et celui de 500 lignes de HTML. Le délai est à peu près le même parce que les fichiers HTML sont, en général, très petits. Les fichiers d'images, en revanche, sont très gros et le fait de ne pas avoir à en recharger un, même rarement, est très efficace.
30. L'en-tête *Expires* n'est qu'une estimation du serveur qui ne peut pas prévoir que les opérateurs du site vont ou ne vont pas mettre à jour le contenu. S'ils le font, cette estimation sera fausse.
31. Oui, on peut. Le FAI peut aller voir des fournisseurs de contenu et leur demander la permission de dupliquer leur contenu sur son site. Le fournisseur de contenu peut même payer pour cela. L'inconvénient est que c'est beaucoup de travail pour un FAI d'aller chercher les contenus. Il est plus facile de laisser un CDN le faire.
32. Le débit binaire bit est égal à $44\,000 \times 16$, soit 704 000 bit/s ou 88 000 octets/s. Une heure pèse environ 317 Mo. L'espace restant sur le CD sert à la correction des erreurs, le format CD y étant par principe très sensible.
33. Avec un échantillonnage à 44 000 Hz, toute fréquence jusque 22 000 Hz est capturée, ce qui dépasse la note la plus aigüe audible par un être humain. Le théorème de Nyquist précise qu'aucune nouvelle information ne sera captée si l'on échantillonne à plus de deux fois la fréquence maximale. Les chiens entendent les ultra-sons jusqu'à 88 000 Hz, mais pas les humains. En revanche, le fait de passer de 16 à 24 bits par échantillon permet de distinguer non pas 65 536, mais 16 777 216 niveaux sonores. Certains mélomanes ressentent ce gain de précision de l'amplitude.
34. L'audio nécessite 1,4 Mbit/s qui correspond à 175 Ko/s. Deux heures sont égales à 7 200 s. Ainsi, la quantité de données inscrites sur le CD serait de : 10 080 Mbit, soit 1 260 Mo.
35. Le serveur doit émettre toutes les 100 ms. Il produit 32 bits de données nouvelles chaque milliseconde. Au bout de 100 ms, le serveur est prêt à transmettre son prochain paquet de 400 octets. Au rythme d'une seconde, les paquets pèseront 4 ko.
36. Il faut 100 ms pour qu'une commande de pause arrive au serveur, temps pendant lequel 12 500 octets arrivent. Il faut donc que la marque de limite inférieure soit au-dessus de 12 500, par exemple vers 50 000. De même, la limite supérieure doit être au moins à 12 500 octets du sommet. Là encore, une valeur de 50 000 est bonne.
37. Non. Chaque trame correspond à $2\,048 \times 1\,024 \times 2 = 2^{22}$ octets. 64 Mo de données avec un taux de compression de 32:1 représentent 2^{31} octets après décodage. $2^{31}/2^{22} = 2^9 = 512$ trames. Au rythme de 60 trames par seconde, la lecture de 512 trames dure un peu plus de 8,5 secondes.

38. Le signal audio est échantillonné à raison de deux octets toutes les 22,72 μ sec. Si nous supposons qu'un paquet pèse 1 024 octets, il contient 512 échantillons ou environ 11,636 ms d'audio. Deux paquets représentent donc 23,273 ms d'audio. Si un paquet est perdu, cela entraîne ou blanc dans le flux musical. Mais si l'émetteur collecte 1 024 échantillons avant de placer ceux de rang pair dans le premier paquet et ceux de rang impair dans le deuxième. En cas de perte d'un paquet, l'impact se limite à une réduction transitoire du taux d'échantillonnage de 44 kHz à 22 kHz. Le lecteur saura remplir les manques par interpolation. La qualité sonore sera réduite, mais il n'y aura pas de blanc (très audible).
39. Cela fonctionnerait parfaitement, comme pour de la vidéo.
40. Ce sont deux critères très différents. Le délai de bout en bout mesure le temps en millisecondes requis pour que le récepteur ait reçu les données. Un délai de 10 secondes entre émetteur et récepteur n'a que peu d'importance dans le cas de diffusion audio et vidéo préenregistrés et même d'émissions d'actualités ou sportives. La gigue dénote des variations du temps de transmission, ce qui peut gêner le confort de lecture du média. Le défaut est résolu pour les documents enregistrés par l'utilisation de tampons mémoire intermédiaires, un léger retard n'ayant pas d'impact. En revanche, pour les visioconférences en temps réel et la VoIP, la mise en tampon du futur proche est impossible ; les deux problèmes sont à affronter. Même une liaison satellite parfaite, sans perte de paquets, ni gigue, procure une expérience mitigée à cause du délai global incompressible.
41. Une trame HD pèse $1\,920 \times 1\,080 \times 3 = 6\,220\,800$ octets. À 60 trames/s, cela correspond à environ 2,986 Gbit/s.
42. Une résolution de 4K correspond à $3\,840 \times 2\,160$, soit 8 294 400 pixels par trame, ou encore 11 943 936 000 bit/s. $11\,943\,936\,000 / 80\,000\,000 \approx 150$.
43. Il y a un vrai souci. La première trame d'un segment peut être de type P ou de type B et le segment précédent peut avoir été produit dans une autre résolution et/ou avec un autre taux de trame. Les corrections par trame P ou B ne pourraient pas s'appliquer. Autrement dit, lors de la création des segments, le système doit créer une première trame de segment de type I afin qu'aucun segment ne dépende du précédent.
44. On ne peut pas se contenter d'ajouter les paquets UDP dans le tampon au fur et à mesure qu'ils arrivent, car cela pourrait avoir comme conséquence que la scène 6 soit lue avant la scène 5. Il faut ajouter un numéro de trame (ou un horodatage) dans chaque paquet pour que le lecteur puisse insérer les trames dans l'ordre dans le tampon. Il a besoin d'un second tampon pour y remettre les trames arrivées trop tôt en attendant les précédentes.
45. Le problème principal concerne la congestion réseau. On ne peut pas garantir une faible latence sauf à surdimensionner les équipements réseau ou à ajouter des services intégrés.
46. Avec 50 000 clients qui regardent chacun deux films par mois, le serveur doit envoyer 150 000 films par mois soit 5 000 par jour dont 3 330 à 21 heures. Pour transmettre 3 330 films à 6 Mbit/s, il faut 20 Gbit/s. Avec des connexions OC-12 à 594 Mbit/s, il faut au moins 34 connexions. Mais il faudrait aussi un serveur qui tienne la charge !
47. L'idée n'est pas bonne si les contenus changent rapidement, comme des cotations en bourse ou des résultats sportifs en continu. Les pages générées de façon dynamique ne sont pas appropriées.
- 48.

$$N = 2 \times 10^9$$

$$C = \frac{1}{\sum_{n=1}^N \frac{1}{n}} \approx 21,9936$$

$$\sum_{k=1}^{10} \frac{C}{k} \approx 0,13$$

49. L'auto-amorçage *bootstrapping* requiert malgré tout un contrôle centralisé. Il faut d'abord obtenir le fichier torrent quelque part, par exemple sur une des pages Web qui hébergent ce genre de fichiers. Grâce à ce fichier, le client BitTorrent trouve le tracker, qui permet au nouveau membre de connaître les pairs de la nuée. Sans tracker, les nouveaux pairs ne sauraient comment se joindre au réseau.
50. Un client BitTorrent peut tricher ou mentir pour profiter d'une meilleure bande passante de téléchargement. Il peut par exemple prétendre posséder des segments d'un fichier qu'il n'a pas ou manipuler le taux upload sur download qu'il déclare au tracker.