

Exercice 1. Questions de cours

Q1.1 Indiquez dans quel ordre les 7 couches ISO sont en général ordonnées : application liaison physique présentation réseau session transport.

Q1.2 Pourquoi la fonction `accept` retourne-t-elle une nouvelle socket, à quoi sert cette nouvelle socket par rapport à celle qu'on lui a donnée en paramètre ?

Q1.3 Quel est l'ordre de grandeur de la latence d'une connexion ADSL grand public, d'une connexion fibre grand public, d'une liaison satellite grand public ?

Q1.4 Quelles mesures simples raisonnables doit-on prendre pour qu'une page web soit accessible au plus grand nombre de personnes possible ?

Q1.5 Je suis dans un train, et je me connecte au wifi. J'essaie d'aller sur la page <https://www.gnu.org/>, mais le navigateur m'indique que le certificat SSL n'est pas valide pour www.gnu.org et me propose d'accepter une exception, mais m'indique aussi que ce n'est pas une bonne idée. Si j'essaie d'aller plutôt sur la page <http://www.labri.fr/>, le navigateur me renvoie vers une bannière d'authentification du wifi du train, il semble donc que le wifi redirige automatiquement les sites web vers cette bannière (un *portail captif*, donc), ce qui explique probablement pourquoi <https://www.gnu.org/> pose problème.

Pourquoi le navigateur indiquait-il que le certificat SSL n'était pas valide ? Pourquoi est-ce une mauvaise idée d'accepter l'exception ?

Exercice 2. Adresses

Q2.1 On veut fournir des VPNs à différents abonnés, on dispose pour cela des adresses `185.233.101.0/25`. Combien d'adresses cela représente-t-il ?

Lesquelles des adresses suivantes font partie de cette plage ? `185.233.101.126`, `185.233.100.200`, `185.233.101.200`, `185.233.100.1`, `185.233.101.1`, `185.233.102.1`

Certains abonnés veulent une IP fixe, les autres veulent bien se contenter d'une IP dynamique. On découpe donc cette plage en deux parts égales, quels réseaux cela donne-t-il ?

Combien d'abonnés peut-on avoir en gros, du coup, selon les usages des abonnés ?

Q2.2 Pour fournir de l'IPv6, on dispose de `2a0c:e300:4::/48` pour fournir des IPs statiques à chaque abonné. On décide de fournir toute une plage /64 à chaque abonné. Combien d'abonnés peuvent prendre une telle plage statique ? Donner 3 exemples de telles plages.

Exercice 3. Calculs (on pourra faire des arrondis de calculs grossiers si l'on n'a pas de calculatrice)

Q3.1 J'ai reçu une pub pour une connexion Internet à haute vitesse via la 4G, avec une petite étoile « jusqu'à 200 Go par mois, au-delà le débit est réduit à 512 Kbps ». Pour avoir une idée de ce que cela représente, calculer combien de données on peut télécharger en un mois avec une vitesse permanente de 512 Kbps.

Q3.2 Un film ultra-haute définition comporte typiquement 4096x2160 pixels, à 60 images par seconde et 48 bits par pixel. Est-ce qu'une fibre à 10 Gb/s est capable de supporter un tel flux vidéo sans compression ?

Exercice 4. Analyse de paquet

Voici le début d'une trame Ethernet capturée par *wireshark* :

```
0000: 9c b6 d0 88 c3 c7 b8 26 6c 59 6a 79 08 00 45 00
0010: 01 18 d0 87 40 00 35 06 11 6c 2e 69 2a 6f 0a 00
0020: 00 15 00 16 04 02 97 0d 6c 13 7f bf 17 d5 80 18
0030: 7d 78 b2 d6 00 00 01 01 08 0a 00 23 c9 10 54 51
```

On rappelle le format de l'en-tête Ethernet :

48bits destination	48bits source	16bits protocol	data...
--------------------	---------------	-----------------	---------

le format des en-têtes IPv4 et TCP :

0	4	8	16	18	32	0	4	8	16	32
Ver	hdrl	TOS	length			source		destination		
identification		flags	offset		sequence number					
TTL	protocol	checksum			acknowledgment number					
source					offs	res	flags	window size		
destination					checksum		urgent pointer			
data...					data...					

Q4.1 Quelle sont les adresses MAC, IP, et port destination ? Quel est le port source ?

Q4.2 Le réseau où cette trame a été capturée utilise la plage 10.0.0.0/24, est-ce que l'on peut en conclure que c'est l'adresse MAC de la carte réseau de la destination finale de cette trame ? (Expliquez)

Exercice 5. MPTCP (MultiPath TCP)

MPTCP permet d'établir une connexion de donnée orientée flux, à la manière de TCP, mais capable d'utiliser plusieurs adresses IP en même temps. C'est notamment utile par exemple lorsque l'on a à la fois une connexion Wifi et une connexion 4G au même endroit. Le principe est que le système ouvre plusieurs connexions TCP (appelées *subflows*), dans notre exemple une via le Wifi et l'autre via la 4G, en utilisant donc pour chacune l'adresse IP correspondante, mais n'expose qu'une seule socket à l'application, qui ne se rend compte de rien et l'utilise comme une socket TCP habituelle.

Q5.1 Pourquoi MPTCP devrait a priori être un nouveau protocole de niveau transport, à côté de UDP et TCP ? En pratique il est implémenté comme une option étendant TCP, pourquoi est-ce un meilleur choix ?

Q5.2 Un des avantages est que l'on peut ainsi bénéficier de la somme des bandes passantes des deux connexions Internet en envoyant des données en même temps des deux côtés. En vous inspirant de TCP, imaginez comment gérer la transmission des données de MPTCP, au niveau de l'ordre des données, et au niveau du débit d'émission.

Q5.3 Un autre avantage est que cela apporte de la robustesse. Expliquer avec des dessins le scénario suivant : je suis d'abord connecté à Internet en Wifi seulement, je me connecte en ssh à un serveur via MPTCP ; j'active la connexion 4G, et indique au système de l'utiliser pour ouvrir un deuxième subflow ; j'attends confirmation que le deuxième subflow est bien ouvert avant de sortir de chez moi, et donc perdre la connexion Wifi, mais MPTCP peut se contenter du subflow passant par la 4G.