

<p style="text-align: center;">info202 : Système d'exploitation TD 4 : réseaux</p>
--

Pierre Hyvernât
Laboratoire de mathématiques de l'université de Savoie
bâtiment Chablais, bureau 17, poste : 94 22
email : Pierre.Hyvernât@univ-smb.fr
www : <http://www.lama.univ-smb.fr/~hyvernât/>

Exercice 1 : petits calculs

Question 1. Une adresse IPv4 (Internet Protocol version 4) est stockée sur 4 octets. Combien y a-t-il d'adresses IPv4 ?

Une adresse IPv6 (Internet Protocol version 6) est stockée sur 16 octets. Combien y a-t-il d'adresses IPv6 ?

Sachant que le rayon de la terre est 6371 km, utilisez une calculatrice pour déterminer combien d'adresses IP on peut attribuer pour chaque mm^2 avec IPv6 ? (Faites l'hypothèse que la terre est une sphère parfaite. L'aire d'une sphère de rayon r est $4\pi r^2$.)*

Question 2. L'université Savoie Mont Blanc souhaite faire une sauvegarde des données des utilisateurs des services informatiques (étudiants et personnels). Ces données seront faites "hors site", dans un data-center à Marseille.

On suppose qu'il y a 14000 utilisateurs, et que chacun utilise en moyenne 500 Mio de stockage.

- Combien de temps faut-il pour transférer toutes les sauvegardes si le débit entre l'université et le data-center est de 1 Gb/s ?
- Qu'est-ce qui est plus efficace : transférer les sauvegardes par le réseau, ou envoyer un salarié en voiture ?
- Un disque dur de 1 To pèse 500 grammes. Est-ce que le salarié peut faire le voyage en train ?

Remarque : pour des raisons historiques, les unités de débit sont données en utilisant les préfixes décimaux ($\text{giga} = 10^9$) et en utilisant les bits plutôt que les octets.

Remarque (bis) : voir aussi <https://what-if.xkcd.com/31/> .

Question 3. La somme de contrôle d'un paquet UDP est obtenue en combinant les octets (pris par paquets de 2) de

- l'entête UDP,
- l'entête IP,
- les données.

Pour combiner des paquets de 16 bits, on utilise l'addition en complément à 1 : lorsqu'une retenue se propage à l'extérieur des 16 bits, un 1 est additionné au résultat. Sur 4 bits, on a par exemple

```
  1101
+ 0110
=====
 10011
```

Comme il y a dépassement de capacité, on ré-ajoute le 1 de gauche pour obtenir

```
  0011
+   1
=====
 0100
```

* Merci Xavier...

Comment peut-on utiliser cette somme de contrôle pour vérifier la validité d'un paquet UDP ? Est-ce que cette vérification fonctionne lorsque c'est un octet de la somme de contrôle qui est modifié ?

Question 4. Est-ce que cette somme de contrôle offre une sécurité face à un utilisateur malveillant qui souhaite modifier le contenu des paquets ?

Question 5. calculez la somme de contrôle sur les octets suivants

```
00101001 11011101
11101010 01010011
00001010 00111101
11111111 00000000
```

Exercice 2 : questions de cours

Question 1. Qu'est ce qu'un serveur ?

Qu'est ce qu'un client ?

Qu'est ce qu'un réseau "peer to peer" ?

Question 2. Qu'est ce qu'un protocole ? Donnez des exemples.

Exercice 3 : encapsulation

Les données transmises par le réseau sont "encapsulées" dans des paquets. Chaque paquet contient :

- une entête contenant des méta-données,
- les données transmises.

Question 1. Donnez des exemples de méta-données pouvant se trouver dans une entête de paquet.

Question 2. L'entête d'un paquet TCP contient 16 octets (parfois un peu plus), l'entête d'un paquet IPv4 contient également 16 octets (parfois un peu plus) alors que celle d'un paquet IPv6 en contient 36.

Pour le protocole ethernet, chaque trame doit comporter moins de 1500 octets, et l'entête contient 14 octets + 4 octets de somme de contrôle.

Pour envoyer des données sur le web (TCP/IP), les données sont encapsulées dans des paquets TCP, eux même encapsulés dans des paquets IP, eux même encapsulés dans des trames ethernet.

En supposant que tous les paquets envoyés font 1500 octets (à cause d'ethernet), quel est le "gaspillage" dû aux entêtes lors de transferts de données par TCP/IP ?

Est-il possible de supprimer ce gaspillage ?

Exercice 4 : broadcast

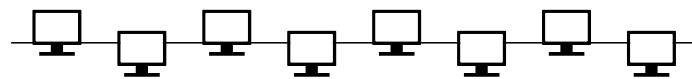
Question 1. Un logiciel permet des conférences vidéo avec un nombre arbitraire de participants sur un réseau local. Les données sont envoyées 16 fois par secondes, et contiennent 64kio de données audio et vidéo.

- On suppose que les communications se font en utilisant le protocole TCP, qui ne permet pas le broadcast. Quelle quantité de données doit transiter sur le réseau, par seconde, lorsqu'il y a n participants.
- On suppose maintenant que les communications se font en utilisant le protocole UDP, qui permet le broadcast. Quelle quantité de données doit transiter sur le réseau, par seconde, lorsqu'il y a n participants.
- Les ordinateurs sont reliés par un switch central qui peut gérer 1Gb par seconde (1 gigabit par seconde). Quelle limite cela impose sur le nombre maximum de participants simultanés à une conférence ?

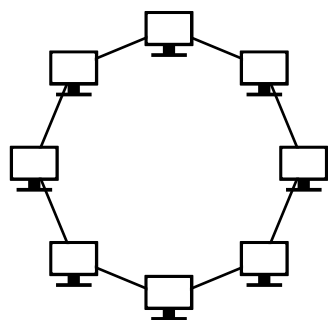
Exercice 5 : topologies des réseaux

Question 1. La connexion entre les ordinateurs (“nœuds”) d’un réseau peut prendre différentes “formes”. On parle de *topologie du réseau*.

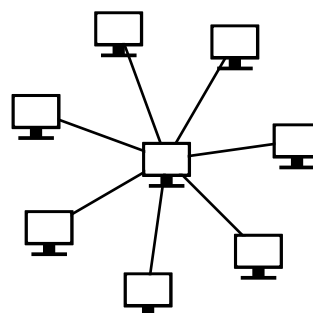
Des exemples sont



linéaire



anneau



étoile

La topologie “complète” connecte chaque nœud à tous les autres, et la topologie “hypercube” fonctionne de la manière suivante : les nœuds sont numérotés en binaire, et chaque nœud est relié à tous ceux dont le numéro en binaire n’a qu’un seul bit de différence.

Dessinez les réseaux “complet” et “hypercube” pour 8 nœuds (chaque nœud a un numéro entre 0 et 7, écrit sur 3 bits).

Pour chacune des 5 topologies, donnez un algorithme de “routage” pour que les nœuds transmettent les données au bon endroit.

Estimez également :

- la quantité de câble nécessaire (élevée, moyenne ou faible, en justifiant),
- la résistance aux pannes (bonne, moyenne ou mauvaise, en justifiant),
- le nombre d’intermédiaire maximal entre deux nœuds (pour le cas à 8 nœuds, et si possible pour le cas général à n nœuds).