

Correction fiche N°1

Exercice 1 :

1. Citer quelques types d'informations transmises par les réseaux informatiques
Données, son, images, vidéo, code
2. Quels sont les principaux agents physiques employés pour la transmission de l'information ?
Signaux électriques, ondes, laser.
3. Quel est la plus petite quantité d'information (*quantum d'information*) ? Quels sont ses multiples, et quelle quantité cela représente-t-il ?
Le quantum est appelé BIT (pour Binary digiT).
1 Kilobits (Kb) = 10^3 bits. 1 Megabits (Mb) = 10^3 Kb. 1 Giga bits (Gb) = 10^3 Kb.
4. Quelle quantité d'information représente l'image d'une feuille A4 (210 x 297 mm) sur un photocopieur numérique noir et blanc dont la résolution est de 600 points/inch². (1 inch = 25,4 mm) ?
Un point noir et blanc est représenté par un bit.
La superficie d'A4 en in² est $S = (210 \times 297) / 25.4^2 = 96.67 \text{ in}^2$.
Le nombre de point = $600 \times S = 58004 \text{ bits} \approx 58 \text{ kb}$.

Exercice 2 :

Un coursier doit transporter un paquet de dix disquettes d'une société A à une société B distante de 20 kms. Chaque disquette contient 1,4 Mo. L'homme se déplace en motocyclette à travers la ville avec une vitesse moyenne estimée à 30 km/h.

1. Sur cette distance, utiliser un coursier n'est-il pas une solution obsolète par rapport à l'utilisation d'une ligne téléphonique dont la vitesse de transmission est de 56Kbit/s ?
Capacité du coursier = $10 \times 1,4 \times 2^{20} \times 8 \text{ bits} = 117440512 \text{ bits}$
Pour transférer cette même quantité par la ligne téléphonique, il faut 2097,152 s. Or, le coursier ne met que 40 min soit 2400 s pour parcourir les 20 kms à 30 km/h. De ce fait, le coursier est obsolète.
2. Même question en remplaçant les dix disquettes par un CD-ROM dont la capacité est de 700Mo.
Appliquer le même raisonnement que précédemment.
3. Que peut-on retenir ?

Il faut garder en mémoire les notions de débit et de taille des données à transférer.

Rappel : Les unités suivantes : 1Ko = 2^{10} octets et 1Mo = 2^{20} octets et 1 octet = 8 bits.

Exercice 3 :

Sur une liaison hertzienne urbaine à 1200 bits/s on envoie des messages de 8 octets.

1. Si la fréquence d'émission est de 12 messages par seconde, calculer le taux d'utilisation de la voie.
 $D = 1200 \text{ bit/s}$; $L_{\text{mes}} = 64 \text{ bits}$ Fréquence d'émission = 12 messages/s
 $\Rightarrow \text{débit utile} = 12 \times 64 \text{ bits/s} = 768 \text{ bit/s}$

Correction fiche N°1

Taux d'utilisation = débit utile/débit réel = $768/1200 = 0,64 = 64\%$

2. Si la distance à parcourir est de 10 000kms, donner le nombre maximal de bits en transit à un moment donné.

Rappel : La célérité est : $c = 300\,000 \text{ kms.s}^{-1}$

$d = 10000 \text{ km}$; $\max = D \times d / C = 12000 \times 10000 / 300000 = 40 \text{ bits}$

Exercice 4 :

1. Quelle est la différence entre le débit théorique et le débit utile ?

Le débit utile est la quantité d'information utile que le réseau peut véhiculer par unité du temps.

2. Sur un réseau dont le débit théorique est de 9600 bits/s, combien de temps prend le transfert d'une page de texte A4 numérisée à la question 4 de l'exercice 1 ?

Quel est ce temps de transmission si l'efficacité du réseau est de 90%.

$T = Q / D$. $T = 58000 / 9600 = 6,04 \text{ s}$.

Avec une efficacité de 90% le débit util est de $D_u = 9600 \times 0.9 = 8640 \text{ b/s}$.

$T' = 58000 / 8640 = 6.71$

ou encore $T' = T \times 100 / 90 = 6.04 \times 1.11 = 6.71 \text{ s}$.

3. Quel est le débit correspondant à une communication téléphonique (8000 éch./s 8 bits/éch.) ?

$D = Q / T$. $D = 8000 \times 8 / 1 = 64 \text{ kb/s}$.

4. En considérant le débit précédent comme théorique, quel doit être le taux de compression pour transmettre un son de haute-fidélité (40000 éch./s 16 bits/éch.) ?

On dispose d'un débit de 64 kb/s.

La quantité d'information pour représenter un son HiFi est de $40000 \times 16 =$

$640000 = 640 \text{ kb}$. Il nous faut donc une compression à taux de 10%

Exercice 5 :

1. Quel est le type de réseau le plus adapté pour connecter deux sites localisés un à Paris et l'autre à Nice ?

Un réseau WAN.

2. Quel est le temps de transmission de 1Kb sur un réseau dont le débit est : 10 Mb/s, 100 Mb/s ou 1Gb/s ?

$T = Q / D$. $T_1 = 1 / 10^4 = 10^{-4} \text{ s}$, $T_2 = 10^{-5} \text{ s}$, $T_3 = 10^{-6} \text{ s}$

3. Quelle est le délai de retour d'un message de Q Kbits envoyé sur un anneau comprenant N stations ? Chaque station introduit un délai de traversée de t seconds. Les stations sont reliées, deux à deux, par un câble de L mètres. La vitesse de propagation de signaux est $V \text{ km/s}$. Le débit du réseau est de $d \text{ Mb/s}$.

Délai = Temps de transmission + Temps de propagation +

retards $\text{Délai} = Q/d \times 10^3 + N \times L/V \times 10^3 + (N-1) \times t$

4. On considère un réseau dont le débit est de 10 Mbits/s. Les messages envoyés sur ce réseau ont une taille maximale de 1000 bits dont un champ de contrôle de 16 bits.

Correction fiche N°1

Quel est le nombre de messages nécessaires pour envoyer un fichier F de 4 Mbits d'une station à une autre ?

Chaque message peut transporter jusqu'à $1000 \times 16 = 16000$ bits de données utiles. Le nombre de messages = $4 \times 10^6 / 16000 = 250$

5. On considère l'hypothèse où une station ne peut pas envoyer un nouveau message qu'après avoir reçu un *acquittement* de la bonne réception du message précédemment envoyé. L'acquittement prend la forme d'un message de 16 bits. Un temporisateur est armé à une durée T après l'envoi de chaque message. Si le temps T expire avant la réception d'un acquittement la station émettrice renvoie le même message. La distance qui sépare les deux stations les plus éloignées sur ce réseau est de 1 km. La vitesse de propagation de signaux est $V = 200000$ km/s.

Quelle est la durée minimum de T ?

La valeur de T doit permettre d'envoyer le message le plus long entre les deux stations les plus éloignées sur le réseau et d'acheminer l'acquittement.

$T > D1$ (Délai d'envoi du message le plus long entre les 2 stations les plus éloignées) + $D2$ (Délai d'envoi de l'acquittement)

$D1 = \text{Temps de transmission} + \text{temps de propagation (on ignore les retards)}$ $D1 = 1000 / 10 \times 10^6 + 1 / 200000 = 10^5 \mu s$.

$D2 = 16 / 10 \times 10^6 + 1 / 200000 = 6.6 \mu s$. $\Rightarrow T > 111.6 \mu s$.

En ignorant le temps de propagation, quelle est la durée totale de l'envoi du fichier F ?
Pour chaque message il faut un acquittement. Pour envoyer F il faut envoyer 250 messages de 1000 bits et un message de $40 \times 16 = 640$ bits. et on doit recevoir 250 acquittements.

$T_{tot} = 250 \times [1000 / 10 \times 10^6] + 640 / (10 \times 10^6) + 250 \times (16 / 10 \times 10^6) \approx 413 \text{ ms}$

Quelle est l'efficacité du réseau dans ces conditions ?

*Efficacité = Débit utile / débit théorique. Débit utile = $4 \times 10^6 / 413 \times 10^{-3} = 9685 \text{ Mb/s}$
Efficacité = $9685 / 10000 = 96.8 \%$*

Exercice 6:

Cinq nœuds doivent être connectés dans un réseau point à point. Entre chaque paire de nœuds le concepteur peut placer soit une voie haute vitesse, soit une voie moyenne vitesse, soit une voie basse vitesse ou soit aucune liaison.

- 1) Combien de topologies différentes est-il possible de réaliser ?

Nombre de liaisons = $5! / (2! \times 3!) = 10$

Pour chaque liaison 4 possibilités : voie haute vitesse, voie moyenne vitesse, voie basse vitesse, aucune liaison 10

Nombre de topologies possibles = $4^{10} = 1048576$

- 2) Si l'analyse par un ordinateur d'une topologie prend 100ms, combien de temps lui faut-il pour analyser toutes les topologies possibles ?

Durée de calcul = $1048576 \times 100 = 29 \text{h} 07 \text{m} 37,6 \text{s}$

Correction fiche N°1

DÉBIT UTILE THÉORIQUE

1. Le débit utile maximal est obtenu de manière théorique si une station unique émet en permanence (en respectant l'espace intertrame) des trames de longueur maximale. On obtient alors :

Longueur totale équivalente d'une trame en octets = 8 (préambule) + 6 (adresse destinataire) + 6 (adresse émetteur) + 2 (longueur ou type) + 1 500 (contenu utile) + 4 (bloc de contrôle d'erreurs) + 12 (correspondant au silence intertrame) = 1 528 octets.

Le débit utile vaut = $10 \times (1\,500 / 1\,528) = 9,82$ Mbit/s soit un rendement de 98,2 %.

Cela est bien évidemment un calcul théorique : il est impossible d'atteindre un tel rendement dans la pratique, dès que plusieurs équipements tentent d'émettre. Il y aura des silences et des collisions qui entraîneront d'éventuels silences et/ou collisions supplémentaires.

2. Le bloc de contrôle d'erreur a une longueur de 4 octets soit 32 bits. Donc le polynôme générateur utilisé est de degré 32.

Remarque

En pratique, on considère qu'un rendement de 50 à 60 % est une valeur limite. Si le trafic devait être plus important, les performances s'effondreraient. Cet exercice montre l'intérêt des ponts et des commutateurs pour segmenter les réseaux locaux.

DÉBIT UTILE RÉEL

1. Si le débit est de 10 Mbit/s, un bit dure $1 / (10 \times 10^6) = 0,1$ µs soit, avec la vitesse de propagation de 200 m/µs, un temps correspondant au parcours dans 20 m de câble. Dans le réseau local dont la longueur est 800 m, cela suppose qu'il y ait, à un instant donné, $800 / 20 = 40$ bits.

2. Le temps total pour transmettre une trame et son accusé de réception est de :

$$(256 + 32) / (10 \times 10^6) + 2 \times 800 / (200 \times 10^6) = 28,8 + 8 = 36,8 \text{ µs.}$$

Dans ce calcul, nous comptabilisons le temps de transmission d'une trame de 256 bits, plus son accusé de réception (soit 32 bits), plus un temps de propagation aller et retour en prenant les équipements à distance maximale. Les informations utiles dans la trame sont de $256 - 48 = 208$ bits. Il faut donc 36,8 µs pour transmettre 208 bits utiles. Le débit utile est de $208 / 36,8 = 5,65$ Mbt/s.