

Protocoles réseaux

TD n° 4 : Protocoles de couche lien

Exercice 1 : Aloha pur et CSMA/CD

Considérons un réseau où le débit est de 10 Mb/s et les trames qui circulent sont de 10000 bits. Supposons que deux machines A et B émettent des trames à intervalles réguliers. A commence à émettre au temps 0 une première trame et ensuite en émet toutes les 4 ms (c'est-à-dire, que la trame suivante est émise 4 ms après le début de l'émission de la trame précédente). B commence à émettre 3 ms plus tard que A, puis en émet toutes les 3 ms.

1. Donnez le nombre de paquets provenant de A et B et effectivement reçus après 30 ms, ainsi que le nombre de collisions si :
 1. le système utilise le protocole Aloha pur (sans réémissions),
 2. le système utilise le protocole CSMA/CD avec les temps aléatoires suivants pris dans l'ordre :

A	1 ms	0.9 ms	2.2 ms	1.5 ms
B	1.5 ms	2 ms	0.7 ms	0.8 ms

2. On suppose qu'il n'y a que deux hôtes sur le lien et que, s'il y a collision alors qu'il doit émettre, un hôte va faire l'algorithme suivant : à la fin du temps t de détection d'une collision (moment où les deux hôtes stoppent l'émission échouée, typiquement, le temps d'envoi de quelques dizaines d'octets), il tire à pile ou face. Pile, il tente immédiatement d'envoyer sa trame, face, il attend t . Donner le temps d'attente au pire, et en moyenne.
3. Dans ce modèle, si les deux ont en permanence quelque chose à émettre, quelle est la bande passante effective du lien ? On suppose que t est le temps d'envoi de 500 bits.
4. Ethernet utilise l'algorithme BEB (*Binary Exponential Backoff*) qui est qu'après c collisions successives, chaque station qui veut émettre tire un nombre entier aléatoire i dans l'intervalle $\{0, \dots, 2^c - 1\}$ et attend i slots avant de tenter d'émettre¹. Ainsi après la troisième collision on attend entre 0 et $7t$. Justifier cet algorithme par-rapport au précédent. Borner la probabilité de non-collision en fonction de c et du nombre de stations. En déduire une borne du temps d'attente moyen quand k stations veulent émettre.

Exercice 2 : TDMA

Le protocole TDMA (Time Division Multiple Access) est basé sur le multiplexage temporel. Le multiplexage temporel consiste à affecter à chaque utilisateur, pendant un court instant et à tour de rôle, la totalité de la bande passante disponible. Pour cela, une trame TDMA est divisée en intervalles de temps (*time slots*) et chaque intervalle est alloué à un utilisateur. Un utilisateur ne peut transmettre ses données que dans l'intervalle de temps qui lui est alloué. Cette technologie est par exemple utilisée dans la norme GSM (téléphones portables de « deuxième génération »), où chaque porteuse (canal physique) supporte huit intervalles de temps attribués à huit communications simultanées.

Prenons les valeurs du GSM : une trame TDMA de 1248 bits est divisée en 8 *time slots*, et un *time slot* est de 0.577 ms. Quelle est l'occupation de la bande passante lorsqu'un seul utilisateur est connecté ? Et lorsque 8 utilisateurs sont connectés ? Conclure. Donner le temps d'accès au lien

Exercice 3 : RTS-CTS

On considère le réseau radio de la figure 1, où A peut communiquer avec B et C, mais B et C ne s'entendent pas.

1. Quelle est la propriété qui est garantie sur un réseau filaire que le réseau de la figure 1 ne satisfait pas ?
2. On suppose que B est en cours d'émission d'une trame vers A, et que C commence à envoyer une trame. Montrez comment CSMA/CA n'évite pas la collision.

1. Toutefois pour c entre 10 et 15 on tire dans $\{0, \dots, 1023\}$ et au-delà de 15 tentatives on signale un échec à la couche supérieure (lien occupé). Ignorons cela

Pour éviter ce problème, la norme IEEE 802.11 inclut un mécanisme optionnel nommé *RTS-CTS*. Avant d'envoyer sa trame, la station *B* envoie une toute petite trame *RTS(A, 12000)* (*Request to Send*) qui indique son intention d'envoyer une trame de 12000 bits à *A*. *A* répond par une trame *CTS(B, 12000)*, qui autorise *B* à occuper le canal pendant le temps nécessaire à l'envoi de 12000 bits.

3. Pourquoi ai-je choisi la valeur 12000 dans l'exemple ci-dessus ?
4. Montrez comment le mécanisme *RTS-CTS* évite le problème de la station cachée. Pourquoi est-il peu probable qu'il y ait une collision entre deux trames RTS ?
5. Pourquoi le mécanisme *RTS-CTS* est-il optionnel dans la norme IEEE 802.11 ?

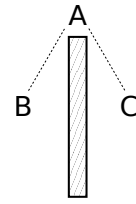


FIGURE 1 – Station cachée