

TD 1 : IEEE 802.11
Matière : Radiocommunications

Exercice 1

On demande d'évaluer le débit effectif de IEEE 802.11 b. On considère qu'on est en mode DCF avec backoff au niveau le plus bas ($CW = 31$ time slots). La taille des données utiles est de 1500 octets. Dans IEEE 802.11 b on peut transmettre à un débit égal à 1 Mbs, 5.5 Mbs ou 11 Mbs. Les valeurs du time slot, de SIFS et de DIFS sont les suivantes : $20\mu s$, $10\mu s$ et $50\mu s$. La communication se déroule comme le montre le schéma suivant :

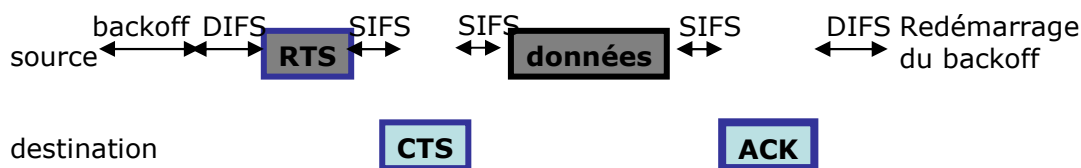


Figure 1 : Déroulement de la communication

1. Calculer le temps perdu qui ne dépend pas du débit de transmission utilisé. On prendra une valeur moyenne du backoff.
2. La trame de donnée est représentée dans la figure 2. De combien d'octets est l'overhead MAC (en-tête + CRC) ? Combien donc d'octets sont envoyés en total depuis la transmission du RTS jusqu'à la transmission de l'ACK ?
3. Calculer alors le débit effectif pour chaque cas des trois débits possibles dans IEEE 802.11b.

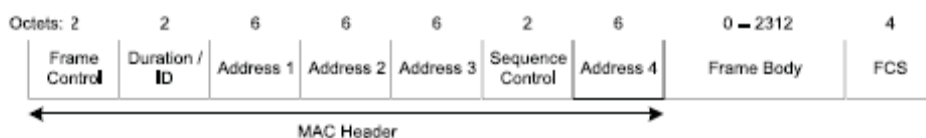


Figure 2 : La trame de données

Exercice 2

On donne en général la sensibilité d'un récepteur comme étant la puissance qu'il doit recevoir pour démoduler correctement ses données, à un taux d'erreur donné.

Si on considère que ce taux est de $BER = 10^{-5}$, déterminez la perte de débit due aux pertes de paquets (on considèrera uniquement deux transmissions successives d'un paquet en erreur, c'est-à-dire qu'on considèrera qu'un paquet est toujours transmis avec succès après deux tentatives).

On considèrera des trames de 1534 et 4096 octets.

Exercice 3

On considère un système sans fil de type IEEE 802.11.

Soit FER (Frame Error Rate) la probabilité d'erreur de paquet ou de trame et soit BER (Bit Error Rate) la probabilité d'erreur d'un bit.

1. Soit une trame de taille N bits à être envoyée dans le médium radio. Calculer FER en fonction N et BER.
2. Nous considérons le déroulement classique de transmission dans IEEE 802.11 présenté dans la figure suivante :



La taille en bit de la trame de données étant égale à $\text{data}_{\text{size}}$. Les tailles en bit des trames RTS, CTS et ACK sont respectivement RTS_{size} , CTS_{size} et ACK_{size} .

Chacune des trames RTS, CTS, données et ACK pourrait être reçue au niveau du récepteur avec une erreur. Nous supposons que si RTS est reçue erronée, le récepteur n'envoie pas de CTS et l'émetteur doit renvoyer un nouveau RTS. De même, si l'émetteur reçoit le CTS avec une erreur, il ne transmet pas les données et doit retransmettre le RTS. Si les données sont reçues avec erreur, le récepteur n'envoie pas un ACK et l'émetteur doit retransmettre un RTS. Enfin, si la trame ACK est erronée, l'émetteur doit retransmettre un RTS. Evidemment, chaque trame retransmise RTS va être considérée comme une trame RTS normale à laquelle le récepteur répond par un CTS, auquel l'émetteur répond par l'envoi des données. Si celles-ci ne sont pas erronées, le récepteur envoie un ACK.

Nous pouvons comprendre que pour une seule trame de données, théoriquement, on peut envoyer plusieurs fois RTS, plusieurs fois CTS, plusieurs fois la trame de donnée et aussi plusieurs fois la trame ACK s'il y a toujours une erreur dans la trame RTS ou la trame CTS ou la trame de données ou la trame ACK. Dans cet exercice, pour la simplicité de calcul, nous considérons qu'une trame RTS, CTS, de données et ACK n'est retransmise qu'une seule fois (transmise au maximum deux fois). Par exemple, nous pouvons avoir le scénario suivant où RTS et CTS sont transmises chacune deux fois :



Sans erreur Sans erreur Sans erreur Sans erreur Sans erreur

ou le scénario suivant où RTS, CTS et la trame de données sont transmises chacune deux fois :



Sans erreur Sans erreur erreur Sans erreur Sans erreur Sans erreur Sans erreur

ou d'autres scénarios.

- a. Etant donnée une trame de données. Calculer la probabilité pour que la trame RTS pour cette trame de données soit envoyée une seule fois. Calculer la probabilité pour que la trame RTS soit envoyée deux fois. Calculer alors, pour chaque trame de données, la moyenne du nombre d'envois de la trame RTS : NE_{RTS} .
- b. Calculer, pour chaque trame de données, la moyenne du nombre d'envois de la trame CTS NE_{CTS} .
- c. Calculer, pour chaque trame de données, la moyenne du nombre d'envois de la trame des données NE_{DATA} .
- d. Calculer, pour chaque trame de données, la moyenne du nombre d'envois de la trame ACK NE_{ACK} .
- e. Dans le cas $data_{size}$ est α fois RTS_{size} exprimez NE_{RTS} , NE_{CTS} , NE_{DATA} , et NE_{ACK} en fonction de BER, α et $data_{size}$.
- f. Soit D_r le débit réel de transmission de bits sur le médium radio. En tenant compte de la perte due à l'erreur et donc à la retransmission, calculer alors le débit effectif D_e en fonction du D_r , BER, α et $data_{size}$.
- g. Application numérique : Donner D_e dans le cas $data_{size} = 1500 \times 8$ bits, $BER = 10^{-5}$ et $D_r = 11$ Mb/s.

Exercice 4

Nous considérons un système de transmission avec un taux d'erreur binaire BER. Un paquet reçu erroné est retransmis jusqu'à ce qu'il soit bien reçu.

Donner la perte du débit due aux erreurs de réception en fonction de BER et N, sachant que N représente la taille d'un paquet.

Exercice 5

On demande d'évaluer le débit effectif de IEEE 802.11 b. On considère qu'on est en mode DCF avec backoff au niveau le plus bas ($CW = 31$ time slots). La taille des données utiles est de 1500 octets. Dans IEEE 802.11 b on peut transmettre à un débit égal à D ($D = 11$ Mb/s). Les valeurs du time slot, de SIFS et de DIFS sont les suivantes : 20 μ s, 10 μ s et 50 μ s. L'overhead MAC est de 34 octets.

1. En supposant qu'il n'y a pas de pertes, calculer le débit effectif de IEEE 802.11. La perte de débit est due à quoi ?
2. En supposant maintenant qu'il y a des pertes de paquets. Ces pertes ne concernent que les données, c'est-à-dire, RTS, CTS et ACK sont toujours envoyés avec succès. Nous supposons aussi que si un paquet de données est perdu, on ne retransmet que le paquet de données et on ne doit pas retransmettre un RTS, puis un CTS puis un paquet de données.
 - a. En se basant sur le résultat trouvé dans l'exercice 2 et en prenant BER égal à 10^{-5} , calculer la perte de débit quand nous nous intéressons uniquement au temps nécessaire pour transmettre les données.
 - b. Calculer alors le débit effectif en prenant en compte la perte considérée dans la question 1 et la perte considérée dans 2.a.
3. Dans cette question nous allons considérer l'overhead apporté par la couche physique. En effet tout paquet transmis porte un entête physique dont la durée de transmission est de 192 μ s. Calculer alors le débit effectif en prenant en compte la perte considérée dans la question 1, la perte considérée dans 2.a et aussi l'overhead de la couche physique.

Exercice 6

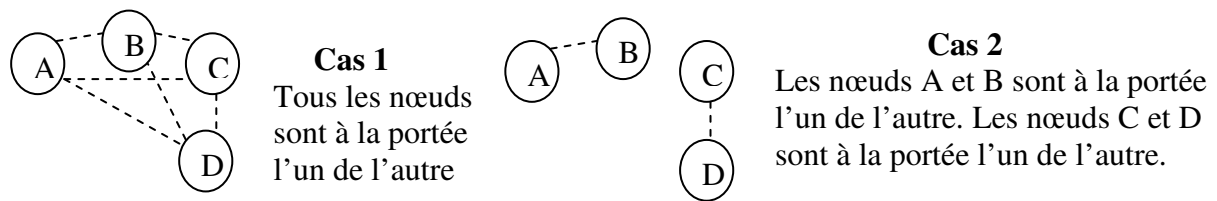


Figure 1

Nous considérons un réseau de communication avec la norme IEEE 802.11 composé des nœuds A, B, C et D. Chacun de ces nœuds a une trame de données à transmettre (A vers B, B vers A, C vers D et D vers C). Les valeurs des backoff choisies sont 5 TS, 10 TS, 15 TS et 20 TS respectivement pour les stations A, B, C et D (TS pour Time Slot). La taille de la fenêtre CW est de 31TS. Les valeurs du time slot, de SIFS et de DIFS sont les suivantes : 20 μ s, 10 μ s et 50 μ s. Le débit de transmission $D=11\text{Mb/s}$. La taille de la trame de données est de 1500 ϕ . Nous rappelons que les tailles de RTS, CTS et ACK sont respectivement 20 ϕ , 14 ϕ et 14 ϕ .

1. On demande, pour chacun des deux cas de la figure 2 :
 - a. L'ordre dans lequel transmettent A, B, C et D. Expliquer.
 - b. L'instant de début et de fin de transmission de chaque trame de données.
 - c. Le débit effectif.
2. Que se passe-t-il dans le cas 2 si B et C deviennent l'un à la portée de l'autre ?