

# TD

## 802.11, mode infrastructure et mode ad hoc

### Exercice 1

#### Partie 1 :

1. Expliquez comment le mécanisme RTS/CTS permet de minimiser les collisions des trames de données dans un réseau 802.11b.

==> Le mécanisme RTS/CTS permet de résoudre le problème des nœuds cachés. Ces derniers, en recevant un CTS (indiquant une durée de transmission D par un certain nœud) vont différer leur accès au support (considéré libre pour eux) pendant la durée D. Ce qui va minimiser les collisions. Notons aussi que la probabilité de collision entre les RTS est très inférieure à celle des trames de données vu que  $taille(RTS) \ll \ll taille(trame\ de\ données)$ .

2. Dans la méthode CSMA/CA, si un nœud voulant envoyer une trame trouve le support occupé, il l'attend jusqu'à ce qu'il soit libre puis exécute le backoff. Quel problème peut surgir si ce nœud envoie sa trame au lieu d'exécuter le backoff?

==> l'exécution du backoff permet de disperser (dans le temps) les nœuds qui attendent que le canal soit libre. Sans exécution du backoff, on aura une forte probabilité que ces nœuds (cumul de nœuds qui veulent accéder au support pendant qu'il est occupé) entrent en collision.

3. Supposez que vous avez un réseau 802.11b où les nœuds ont tirés des valeurs aléatoires différentes (backoff). L'ordre d'envoi des trames sera-t-il toujours du nœud ayant tiré la plus petite valeur jusqu'au nœud ayant tiré la plus grande valeur du backoff.

==> Non, tout dépend de la topologie du réseau. Si tous les nœuds sont à la portée l'un de l'autre, l'ordre d'envoi est le même que l'ordre croissant des valeurs aléatoires tirées. Sinon l'ordre d'envoi n'est pas connu à l'avance (exemple : topologie en ligne droite où la portée d'un nœud couvre seulement les nœuds à côté de lui)

4. Le débit effectif d'un réseau 802.11b en mode DCF (CSMA/CA avec RTS CTS) est très inférieur à son débit théorique. Donner trois causes essentielles de cette perte de débit.

==> overhead (entête de la trame de données, RTS, CTS, Ack) + temps perdu (DIFS, SIFS..) + collisions

#### Partie 2 :

On demande d'évaluer le débit effectif de IEEE 802.11b où on peut transmettre à 11Mbps. On considère qu'on peut être dans l'un des modes : CSMA/CA avec RTS/CTS (figure 1) ou CSMA/CA (figure 2). Le backoff est au niveau le plus bas ( $CW=31$  time slots). La taille des données utiles est de  $L=1500 \text{ } \emptyset$ . L'overhead MAC est de  $34 \text{ } \emptyset$ . Les valeurs du time slot, de SIFS et de DIFS sont  $20\mu s$ ,  $10\mu s$  et  $50\mu s$  respectivement. Les tailles de RTS, CTS et ACK sont  $20 \text{ } \emptyset$ ,  $14 \text{ } \emptyset$  et  $14 \text{ } \emptyset$  respectivement.



Figure 1 : CSMA/CA avec RTS/CTS



Figure 2 : CSMA/CA

1. En supposant que la transmission se fait sans erreur, déterminer le débit effectif et la perte de débit dans les deux cas de figures.

==>  $debit\_effectif\ De = (taille\ des\ données\ utiles\ TDu) / (temps\ total\ de\ transmission\ TTTx)$

==> perte de débit  $P = [(D - De) / D] * 100 = [(D - De) / D] * 100$

cas 1 :

$$\begin{aligned}
 TTTx &= \text{moy(BO)} + \text{DIFS} + 3\text{SIFS} + \text{temps d'injection (RTS+CTS+TDu+overhead MAC+ACK)} \\
 &= [(31/2) * 20 + 3 * 10 + 50] \mu\text{s} + (\text{taille (TDu+overhead MAC+ACK)}) / \text{débit théorique} \\
 &= 390 \mu\text{s} + [(20+14+1500+34+14) * 8 / 11] \mu\text{s} \\
 &= 1537,63 \mu\text{s}
 \end{aligned}$$

$$De1 = 1500 * 8 / (1537,63 * 10^{-6}) = 7,8 \text{ Mbps}$$

$$\text{Perte de débit } P1 = [(D - De1) / D] * 100 = [(11 - 7,8) / 11] * 100 = 29 \%$$

Cas 2 :

$$\begin{aligned}
 TTTx &= \text{moy(BO)} + \text{DIFS} + \text{SIFS} + \text{temps d'injection (TDu+overhead MAC+ACK)} \\
 &= [(31/2) * 20 + 50 + 10] \mu\text{s} + (\text{taille (TDu+overhead MAC+ACK)}) / \text{débit théorique} \\
 &= 370 \mu\text{s} + [(1500+34+14) * 8 / 11] \mu\text{s} \\
 &= 1495,81 \mu\text{s}
 \end{aligned}$$

$$De2 = 1500 * 8 / 1495,81 = 8,02 \text{ Mbps}$$

$$\text{Perte de débit } P2 = [(D - De2) / D] * 100 = [(11 - 8,02) / 11] * 100 = 27 \%$$

2. Comparer les débits effectifs déterminés dans la question précédente. Ce résultat reste-il valable si la transmission se fait avec erreur ? Expliquer ?

==>  $De1 < De2$ . Ce résultat n'est pas toujours valable si la transmission se fait avec erreur car le cas 2 est plus sensible aux collision que le cas 1.

## Exercice 2

3. Pour un Extended Service Set (ESS) utilisant la norme 802.11, préciser les adresses MAC (voir format de la trame MAC en annexe) qui peuvent changer pour une transmission multihop (à plusieurs sauts). Dresser un tableau indiquant les valeurs des 4 adresses MAC pour une transmission de S vers D passant par A, B et C respectivement. L'adresse MAC d'un nœud N sera noté « MAC\_N ».

==> les adresses qui changent sont adresse 3 (destination intermédiaire) et adresse 4 (source intermédiaire).

	Adresse 1	Adresse 2	Adresse 3	Adresse 4
Trame envoyé par S	MAC_D	MAC_S	MAC_A	MAC_S
Trame envoyé par A	MAC_D	MAC_S	MAC_B	MAC_A
Trame envoyé par B	MAC_D	MAC_S	MAC_C	MAC_B
Trame envoyé par C	MAC_D	MAC_S	MAC_D	MAC_C

4. Expliquer, à l'aide d'un exemple, qu'il n'est pas toujours possible de détecter les collisions dans un réseau 802.11? Expliquer alors comment un nœud s'assure que sa trame a été bien reçue par le destinataire ?

==> L'exemple du nœud caché. ==> l'ack

5. Expliquer comment le mécanisme RTS/CTS permet, en quelque sorte, de réserver le médium pendant une durée bien déterminé dans un réseau 802.11 (voir format des trames en annexe).

==> les nœuds qui reçoivent CTS destiné à un autre nœud savent que ce dernier a réservé le médium pendant une durée spécifiée dans le CTS lui-même.

6. Dans la méthode CSMA/CA, si un nœud voulant envoyer une trame trouve le support occupé, il l'attend jusqu'à ce qu'il soit libre puis exécute le backoff. Donner un avantage et un inconvénient de cette stratégie?

==> avantage : minimiser les collisions. Inconvénient : augmenter le temps total de transmission d'une trame.

7. Pour augmenter le débit de son réseau 802.11b, un administrateur a installé trois points d'accès couvrant la même zone et utilisant la même fréquence (même canal). Expliquer comment cet administrateur a mal conçu sa solution ?

==> **un seul nœud peut envoyer à la fois (sinon il y aura collision car les 3 points d'accès utilisent la même fréquence). Ce dernier ne bénéficie que du débit offert par un seul point d'accès.**

8. On demande d'évaluer le débit effectif de IEEE 802.11b où on peut transmettre à 11Mbps. On considère qu'on peut être dans l'un des modes : CSMA/CA avec RTS/CTS (figure 1) ou CSMA/CA (figure 2). Le backoff est au niveau le plus bas (CW=31 time slots). La taille des données utiles est de  $L=1500 \emptyset$ . L'overhead MAC est de  $34 \emptyset$ . Les valeurs du time slot, de SIFS et de DIFS sont  $20\mu s$ ,  $10\mu s$  et  $50\mu s$  respectivement. Les tailles de RTS, CTS et ACK sont  $20 \emptyset$ ,  $14 \emptyset$  et  $14 \emptyset$  respectivement.

- a. En supposant que la transmission se fait **sans erreur**, déterminer le débit effectif DE2 et la perte de débit pour la figure 2.

==> voir Ex1 ==> **De2=8,02Mbps**

- b. Comparer DE2 avec le débit effectif de la figure 1, DE1 (sans calculer DE1). Expliquer ?

==> **La transmission se fait sans erreur et, au niveau de la figure 1, le temps total de transmission d'une trame est supérieur à celui de la figure 2 (RTS, CTS, SIFS..) ==> DE1 < DE2**



Figure 1 : CSMA/CA avec RTS/CTS



Figure 2 : CSMA/CA

2. Considérons un réseau ad hoc basé sur OLSR. Nous supposons que toutes les liaisons sont symétriques. Le tableau suivant présente les voisins de chaque nœud du réseau. Déterminer, pour chaque nœuds la liste des voisins à deux sauts, la liste des MPR(multipoint relay) et la liste des MS (Multipoint relay Selector).

Noeud	Voisins directs	Voisins à deux sauts	Liste des MPR	Liste des MS
A	BCD	EFG	BD	<b>BCD</b>
B	ADE	CFG	AD	<b>ADE</b>
C	AF	BDG	AF	aucun
D	ABFG	CE	<b>AB</b> ou FG ou AG ou BF	ABFG
E	BG	ADF	BG	aucun
F	CDG	ABEF	DG	CG
G	DEF	ABC	DF	EF

3. Expliquer pourquoi les nœuds d'un réseaux de capteurs sans fil sont conçu avec de très faibles performances (mémoire, cpu et capacité de stockage). Quel est l'impact de ces performances sur la conception de protocoles (de sécurité, de Qos...etc) pour ce type de réseau.

