



## Correction TD RSF - 802.11

### M2 SIR / RTS

#### Anomalie de performance de 802.11

La possibilité d'avoir plusieurs débits physiques de transmission pose problème dans les réseaux 802.11. Pourquoi ? Illustrez votre réponse avec un exemple.

Supposons que les stations sources sont à saturation (i.e. qu'elles ont toujours un paquet à envoyer), qu'elles sont toutes en détection de porteuse, qu'elles sont dans le même environnement radio, qu'il n'y a pas de collision et qu'elles envoient des paquets de même taille. Avec ces hypothèses, les stations ont la même probabilité d'accéder au médium radio avec le mode DCF de 802.11. Ceci implique que, s'il y a 2 stations sources, elles vont envoyer le même nombre de paquets sur le médium radio dans un intervalle de temps  $T$  donné (suffisamment grand). Ceci implique aussi que, comme elles partagent le médium radio, elles vont avoir le même débit réel, correspondant au nombre de bits envoyés par une source divisé par  $T$ . Et ce, même si les 2 stations ont 2 débits de transmission physiques différents. Enfin, ce débit est imposé par la station lente (celle qui a le débit de transmission physique le plus faible) car c'est elle qui occupe le plus longtemps le médium radio.

#### Performances de 802.11g dans un réseau sans fil à un saut

Nous considérons que le réseau communique avec le standard IEEE 802.11g. Une seule station, dans ce réseau, cherche à transmettre à saturation. Elle émet des paquets ayant 1000 octets de données utiles (ici ce sont toutes les données provenant de la couche 3). Nous supposons que la couche physique est idéale (i.e. que tous les paquets arrivent avec succès) et qu'il n'y a pas de collision. Certains paramètres sont donnés dans le tableau ci-dessous.

- 1) Quel est le débit réel d'une seule station qui émet des paquets ayant 1000 octets de données utiles dans le mode ERP-OFDM avec un débit physique de 54 Mb/s sachant qu'il n'existe dans la cellule que des stations en mode ERP-OFDM ? Nous considérons ici que le temps de backoff utilisé pour chaque trame correspond au temps de backoff moyen et qu'il n'y a pas de RTS/CTS.

Dans ce cas, ce sont les paramètres MAC OFDM qui sont utilisés. Le temps d'attente aléatoire moyen (appelé aussi temps de backoff moyen) ici est égal à

$$\sum_{i=0}^{15} p(\text{backoff} = i) * i * 9 = 67,5$$

Le temps complet nécessaire à l'envoi d'un paquet 802.11g en mode ERP-OFDM correspond donc à :

$T\text{-DIFS} + T\text{-Backoff} + T\text{-En-tête-PHY} + [(Taille\ MAC + Taille\ Données) * 8] / Débit\ Physique + T\text{-SIFS} + T\text{-En-tête-PHY} + T\_ACK$

$= 155,5 + [(Taille\ MAC + Taille\ Données) * 8] / Débit\ Physique (\mu s) = 303 (\mu s)$

D'où un débit réel d'environ 26,35 Mb/s environ.



Paramètre	Valeur OFDM (g)	Valeur DSSS/CCK (b)
Temps DIFS	28 $\mu$ s	50 $\mu$ s
Temps SIFS	10 $\mu$ s	10 $\mu$ s
Temps en-tête physique	20 $\mu$ s	192 $\mu$ s
Slot	9 $\mu$ s	20 $\mu$ s
Temps d'envoi de l'ACK	10 $\mu$ s	304 $\mu$ s
CW	0-15	0-31

- 2) Quel est le débit réel d'une seule station qui émet dans le mode DSSS-OFDM avec un débit physique de 54 Mb/s ? Réfléchissez avant aux paramètres MAC qui seront utilisés. Nous considérons ici que le temps de backoff utilisé pour chaque trame correspond au temps de backoff moyen et qu'il n'y a pas de RTS/CTS.

Puisque c'est l'en-tête physique DSSS qui est utilisé, la carte est donc « en mode DSSS » et ce sont les paramètres MAC de 802.11b qui sont utilisés. Le temps pour émettre un paquet correspond donc à :

$$50 + 310 + 192 + (1034*8)/54 + 10 + 192 + 10 = 764 + (1034*8)/54 = 912 (\mu s)$$

D'où un débit réel de 8,77 Mb/s environ.

- 3) Quel est le débit réel d'une seule station qui émet dans le mode ERP-OFDM avec un débit physique de 54 Mb/s sachant qu'il existe dans la cellule des stations en mode ERP-DSSS ? Nous considérons ici que le temps de backoff utilisé pour chaque trame correspond au temps de backoff moyen. On supposera que le paquet de contrôle CTS est un paquet de 20 octets envoyé à 1 Mb/s.

Supposons que le mode d'interopérabilité choisi soit le CTS-to-self. Le paquet CTS va être envoyé avec une modulation DSSS, ce sont donc les paramètres MAC de 802.11b qui sont utilisés avant l'envoi du CTS. Ensuite, tous les autres paquets (données et ACK) sont envoyés en OFDM. Ceci donne un temps correspondant à :

$$50 + 310 + 192 + (20*8) + 10 + 20 + (1034*8)/54 + 10 + 20 + 10 = 930 (\mu s)$$

D'où un débit réel de 8,66 Mb/s environ.

## Performances de 802.11e

Considérons deux stations en compétition dans une même cellule qui ont toujours des paquets à envoyer. On supposera qu'il n'y a pas de collision, que la couche physique est idéale et que l'unité de temps correspond à 20  $\mu$ s. On utilisera les paramètres donnés dans le cours.

1. Si une des stations envoie un flux background tandis que l'autre envoie un flux voix, quels seront les paquets qui vont être envoyés sur le médium radio ? Expliquez pourquoi.

C'est le flux voix qui enverra toujours des paquets. En effet, le temps maximal d'attente du flux voix est de  $50+3*20 = 110$  micros, ce qui est inférieur au temps AIFS du flux background.

2. Si une des stations envoie un flux Best Effort tandis que l'autre envoie un flux voix, pour quelles valeurs de Backoff choisies par le flux voix, le flux BE ne peut jamais émettre de paquets sur le médium radio ?

Il faut que le temps d'attente du flux voix soit inférieur à 70 micros (AIFS du flux BE). Donc ceci est vrai si le flux voix tire des backoff de 0.



3. Toujours dans ce même scénario, si les deux flux tirent un Backoff moyen pour chaque paquet à envoyer, est-ce que le flux Best Effort peut envoyer son paquet sans voir son Backoff interrompu ?

Le temps de backoff moyen pour le flux voix est de 30 micros et de 150 micros pour le flux BE. Ce qui fait un temps d'attente de 80 micros pour le flux voix et de 220 micros pour le flux BE. Donc forcément le backoff du flux BE est interrompu au moins une fois pour envoyer son paquet.

4. Si maintenant, pour chaque paquet à envoyer le flux Best Effort tire un Backoff de 1 tandis que le flux voix tire un Backoff de 2, que peut-on dire sur l'accès au médium pour ces deux flux ?

Les deux flux devront attendre un temps de 90 micros. Donc il y aura collision sur les 2 flux. Les deux stations vont donc rentrer dans le mécanisme de BEB.

5. Considérons maintenant que les deux flux sont envoyés au sein d'une même station, que se passe-t-il si on utilise les mêmes paramètres que la question précédente ?

C'est le paquet voix qui sera envoyé prioritairement avec la phase de résolution de collision interne. Après l'émission, le paquet BE recommence le processus d'accès au médium. S'il y a un autre paquet voix et que les paquets tirent le même backoff, ce sera encore un paquet voix qui sera envoyé.