

Les réseaux WiFi (Partie 1)

But

L'objectif de ce TD est d'étudier les réseaux locaux sans fil (WLAN).

Réseau sans-fil : protocole d'accès au médium

Question 1 *Pourquoi le protocole CSMA/CD ne peut-il être utilisé avec une transmission radio ?*

Réponse 1 *La détection de collision est impossible en environnement hertzien.* ☐

Question 2 *Un réseau IEEE 802.11 s'appuie sur la technologie Ethernet. Montrer que l'interconnexion des points d'accès n'est généralement pas un problème en utilisant le réseau Ethernet de l'entreprise ?*

Réponse 2 *Comme IEEE 802.11 est compatible avec Ethernet, il est facile de faire circuler des trames Ethernet sur un réseau Ethernet entre deux points d'accès. C'est d'ailleurs le moyen le plus simple pour installer un réseau Wi-Fi : mettre régulièrement des points d'accès le long du réseau Ethernet de l'entreprise.* ☐

Question 3 *Pourquoi peut-il y avoir des collisions sur un réseau sans fil ?*

Réponse 3 *Dans un réseau sans fil, le point d'accès est partagé entre tous les utilisateurs qui souhaitent y accéder. Si deux utilisateurs accèdent exactement au même instant, les messages entrent en collision. Dans la réalité, cette probabilité est faible.* ☐

Question 4 *Le fait d'attendre la valeur d'un temporisateur avant de transmettre ne porte-il pas atteinte au débit effectif du système ?*

Réponse 4 *Effectivement, le fait d'attendre un temporisateur fait diminuer le débit effectif du réseau. Un réseau WI-FI a donc un débit plutôt moins bon qu'un Ethernet métallique.* ☐

Question 5 *Rappelez le format de la couche physique DSSS.*

Réponse 5 Voir la figure ??.

Pour rappel : PLCP (Physical Layer Convergence Protocol).

- Synchronization : pour la synchronisation, configuration de gain, détection de l'énergie, compensation de la fréquence (frequency offset compensation).
- SFD (Start Frame Delimiter) : 1111001110100000.
- Signal : Débit de transmission des données (0A : 1Mbit/s DBPSK ; 14 : 2Mbit/s DQPSK)
- Service : Pour une utilisation futur. 00 est utilisé si le protocole est compatible 802.11.
- Length : Longueur de la partie données.
- HEC (Header Error Check) : CRC : $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$

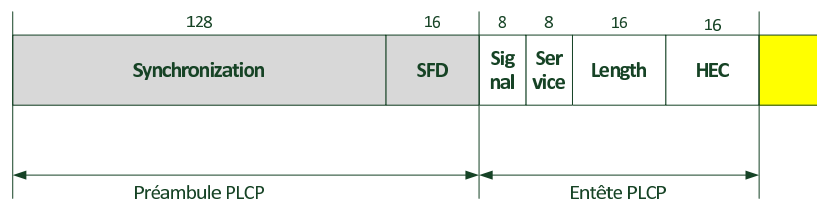


FIGURE 1 – Rappel sur le format de la couche physique DSSS

□

Question 6 Rappelez la technique d'accès au média utilisée par le protocole 802.11.**Réponse 6** Voir la figure ??.

Pour rappel : SIFS : Short Inter-Frame Spacing, DIFS : Distributed Coordination Function Spacing.

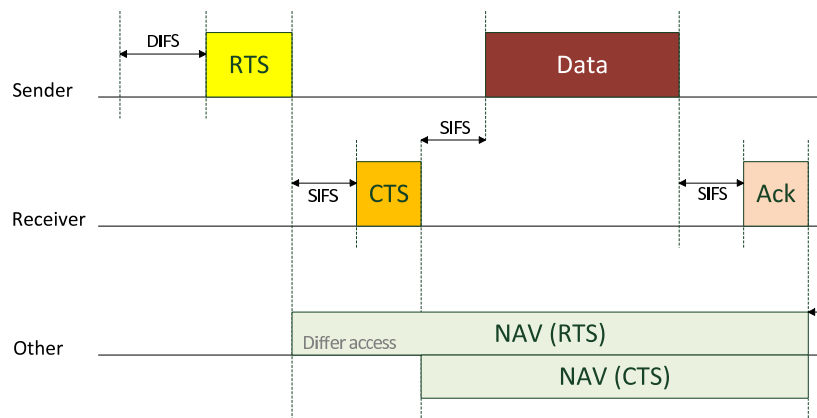


FIGURE 2 – Rappel sur la méthode d'accès au média

□

Question 7 Est ce qu'il évite réellement toutes les collisions ? En quoi améliore t-il le traitement des collisions par rapport à la version de base qui pratique l'échange direct d'une trame de donnée suivie de son acquittement ?

Réponse 7 *Non. Les trames RTS et CTS sont plus courtes, la probabilité de collisions des ces trames est donc petites ce qui réduit considérablement la probabilité de collision des trames de données.* □

Question 8 *Pourquoi les économies d'énergie constituent-elles un point faible des réseaux Wi-Fi ?*

Réponse 8 *La solution "power-save polling" mode n'est pas obligatoire et n'est généralement pas mise en œuvre par les cartes Wi-Fi.* □

Question 9 *Pourquoi le débit effectif d'un réseau Wi-Fi est-il loin du débit théorique ?*

Réponse 9 *Tout d'abord, la station s'adapte à son environnement et émet à la vitesse maximale compte tenu des contraintes environnementales. Si la station est trop loin ou travaille avec des interférences, sa vitesse de transmission chute de 11 à 5,5 voir 2 ou même 1 Mbits/s. De plus, les temporisateurs destinés à éviter les collisions font perdre beaucoup de temps. Le débit moyen du point d'accès est alors bien plus faible que le débit théorique.* □

Question 10 *Si 11 clients se partagent les ressources d'une cellule, pourquoi chaque utilisateur ne reçoit-il pas plus de 1Mbit/s en moyenne ?*

Réponse 10 *Car le média est partagé. Souvent le débit est encore inférieur due aux collisions.* □

Question 11 *Si deux clients accèdent à un même point d'accès avec des vitesses différentes (par exemple, l'un à 11 Mbit/s et l'autre à 1 Mbit/s), à quelle vitesse le point d'accès doit-il émettre ses trames de supervision ?*

Réponse 11 *A la vitesse la plus basse pour qu'il puisse être entendu par toutes les stations.* □

CSMA/CA : Efficacité

Une station *A* envoie à 1Mbps un flux de trames contenant chacune 1500bytes de données utiles à une station *B*. On estime que :

- la période de contention (backoff) est en moyenne de $20\mu s$;
- L'entête des trames de la couche PHY est de $192\mu s$;
- RTS à une taille de 20bytes, CTS de 14bytes et ACK de 14bytes ;
- les temps de propagation sont négligeables.

On demande :

1. de déterminer l'efficacité du canal avec et sans le mécanisme *RTS/CTS*. On estime qu'aucune trame n'est perdue.

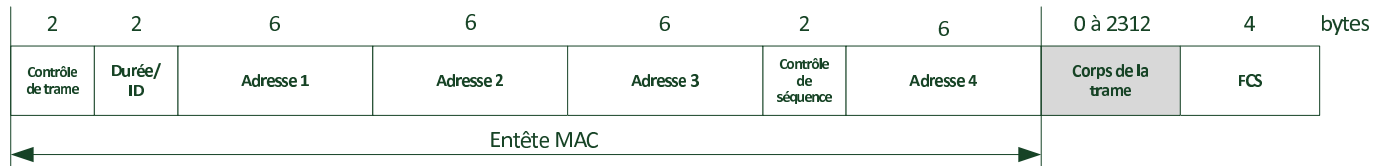


FIGURE 3 – Rappel du format de la couche MAC

Réponse 11 Pour le calcul de l'efficacité du canal, on calcul le temps nécessaire à la transmission.

- $T_{DIFS} = 128\mu s$;
- $T_{SIFS} = 28\mu s$;
- $T_{BO} = 20\mu s$;
- $Tr_{RTS} = 192\mu s + 20/10^6 s = 212\mu s$, sachant que la longueur de l'entête physique $phyL = 192bits$;
- $Tr_{ACK} = Tr_{CTS} = 192\mu s + 14/10^6 s = 206\mu s$
- $Tr_{Data} = 192\mu s + (2 + 2 + 6 + 6 + 6 + 6 + 2 + 6 + 1500 + 4).8/10^6 s = 12,464ms$, voir la figure ??.

Avec RTS/CTS, on a :

$$T = T_{DIFS} + 3.T_{SIFS} + T_{BO} + Tr_{RTS} + Tr_{CTS} + Tr_{Data} + Tr_{ACK} = 13320\mu s$$

Sans RTS/CTS, on a :

$$T = T_{DIFS} + T_{SIFS} + T_{BO} + Tr_{Data} + Tr_{ACK} = 12846\mu s$$

L'efficacité E est égale au débit utile GP divisé par le débit brut TH : $E = GP/TH = (1500.8/T)/10^6$

Avec RTS/CTS, on a : $E = 90,1\%$

Sans RTS/CTS, on a : $E = 93,4\%$

□

2. la probabilité de perte de trame p à partir de laquelle le mécanisme RTS/CTS est avantageux. Lorsque le mécanisme RTS/CTS n'agit pas, on estime que seules les trames de données peuvent être perdues ; lorsqu'il agit, seules les trames RTS peuvent être corrompues. Il faut $20\mu s$ pour détecter l'absence d'une trame (CTS ou ACK), après quoi un délai de $DIFS$ est introduit. On supposera p^2 négligeable.

Réponse 11 Calcul du temps nécessaire pour détecter une erreur est comme suit :

- La mauvaise transmission d'une trame dure T_{Data} , tel que : $T_{Data} = T_{BO} + T_{DIFS} + Tr_{Data} + T_{SIFS} + 20\mu s = 12660\mu s$
- La mauvaise transmission d'une trame RTS dure T_{RTS} , tel que : $T_{RTS} = T_{BO} + T_{DIFS} + Tr_{RTS} + T_{SIFS} + 20\mu s = 408\mu s$

Les temps de transmission d'une trame sans erreur sont donnés au point précédent.

Le temps de transmission moyen d'une trame :

- Avec RTS/CTS :

$$\begin{aligned}
 T(\mu s) &= (1 - p)13320 \text{ (pas de retransmission)} \\
 &+ (1 - p)p(T_{RTS} + 13320) \text{ (1 retransmission)} \\
 &+ (1 - p)p^2(2.T_{RTS} + 13320) \text{ (2 retransmissions)} \\
 &+ \dots \text{ (négligeable)} \\
 &= 13320 + 408p
 \end{aligned}$$

— *Sans RTS/CTS :*

$$\begin{aligned} T'(\mu s) &= (1 - p)12846 \text{ (pas de retransmission)} \\ &+ (1 - p)p(T_{Data} + 12846) \text{ (1 retransmission)} \\ &+ (1 - p)p^2(2.T_{Data} + 12846) \text{ (2 retransmissions)} \\ &+ \dots \text{ (négligeable)} \\ &= 12846 + 12660p \end{aligned}$$

□

3. Vaut-il mieux utiliser *RTS/CTS* si les pertes ont une grande ou une petite probabilité ?

Réponse 11 *Le mode RTS/CTS est meilleur lorsque $T < T'$ ce qui implique un $p > 3.9\%$*

□

Les stations cachées

Question 12 *Si une carte Wi-Fi pouvait émettre automatiquement à une puissance suffisante pour atteindre le point d'accès, cela allongerait-il le temps de vie des batteries ? Quel problème on pourrait avoir dans ce cas ?*

Réponse 12 *Émettre avec une énergie suffisante pour atteindre le AP, sans plus, permet certainement d'allonger la durée de vie des batterie. Le problème qui risque d'y avoir est tout d'abord l'augmentation des pertes due au interférence (la rapport signal sur bruit devient moins important) mais aussi le problème des stations cachées (plus de collisions).*

□

Question 13 *Rappelez ce qu'est le problème des stations cachées ?*

Réponse 13 *Ce problème se produit quand deux stations ne peuvent pas s'entendre l'une et l'autre du fait que la distance qui les sépare est trop grande ou qu'un obstacle les empêchent de communiquer entre elles mais elles ont des zones de couverture qui se recoupent.*

□

Question 14 *Quel mécanisme est mis en place pour permettre de ne plus avoir ce problème dans un réseau sans fil ?*

Réponse 14 *RTS/CTS*

□

Question 15 *Dessinez le schéma d'échange de trames entre une station A et une station B dans le cas d'un réseau BSS lorsque la station A fait un "ping" vers la station B (demande et réponse). Indiquez, en détail et avec précision :*

- *La durée de réservation de temps.*
- *L'occupation du média.*

Réponse 15

□