

Epreuve de Moyenne Durée
Module : Réseaux sans fil

19-01-2026

Durée : 2H

Questions de cours (1*6 pts)

1. Expliquez le rôle de CSMA/CA dans les réseaux Wi-Fi. Pourquoi le Wi-Fi n'utilise-t-il pas CSMA/CD ?
 - ☐ CSMA/CA évite les collisions par écoute du canal + backoff aléatoire.
 - ☐ CSMA/CD est impossible car une station Wi-Fi ne peut pas écouter et transmettre simultanément (half-duplex radio).
2. Décrivez le rôle de RTS/CTS et expliquez en quoi ce mécanisme aide à résoudre le problème du nœud caché.
 - ☐ RTS/CTS réservent le canal avant la transmission.
 - ☐ Évite les collisions dues aux nœuds cachés.
3. Un signal radio se propage entre un émetteur et un récepteur. Citez les quatre phénomènes physiques subis par le signal lors de sa propagation.
 - ☐ Atténuation
 - ☐ Réflexion
 - ☐ Diffraction
 - ☐ Multi-trajets (fading)
4. Expliquez le principe du backoff exponentiel dans CSMA/CA.
 - ☐ Après chaque collision : $CW = CW * 2$.
5. En mode Infrastructure-DCF, est ce que toutes les communications passent par le point d'accès ? Si oui discutez l'impact sur la bande passante.
 - ☐ Toutes les trames passent par l'AP.
 - ☐ Impact : double utilisation du canal → baisse du throughput global.
6. Citez la clé utilisée pour le chiffrement des données utilisateur entre une station et un point d'accès dans la solution WPA-Personnel.
 - ☐ PSK

Exercice 1 (6pts) CSMA/CA

L'algorithme ci-dessus représente le protocole CSMA/CA-Backoff.

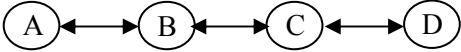
1. La station écoute le support, si elle détecte une activité, elle diffère sa transmission en attendant la fin de l'émission, /* La station obtient la valeur de la durée de transmission auprès de sont NAV*/
2. Attendre un temps DIFS, /* *Distributed Inter Frame Space* : temps constant*/
3. Calcule une durée aléatoire $T(\text{back-off}) = \text{Random}(\text{CW}) * \text{slot-time}$,
/*
Random(CW) fournit une valeur comprise entre 0 et CW-1
Pour la première tentative ce délai est choisi dans un intervalle réduit i.e : $\text{CW} = \text{CW}_{\min}$
*/
4. Lorsque le canal est libre durant un slot, le délai calculé est décrémenté d'un slot ($T = T - \text{slot-time}$). Si le canal est détecté occupé, le délai restant est laissé constant durant toute la période d'occupation ($T = T$).
/* La station obtient la valeur de la durée de transmission auprès de sont NAV*/
5. Si $T = 0$ la station commence à émettre,
6. Si la transmission échoue (pas de réception d'acquittement) et le nombre de tentative de transmission (retransmission) < **Seuil**, l'intervalle de valeur dans lequel est choisi le délai est doublé i.e : $\text{CW} = \text{CW} * 2$.
Allez à 2,
7. Si le nombre de tentative transmission (retransmission) = Seuil, informer les couches supérieures.

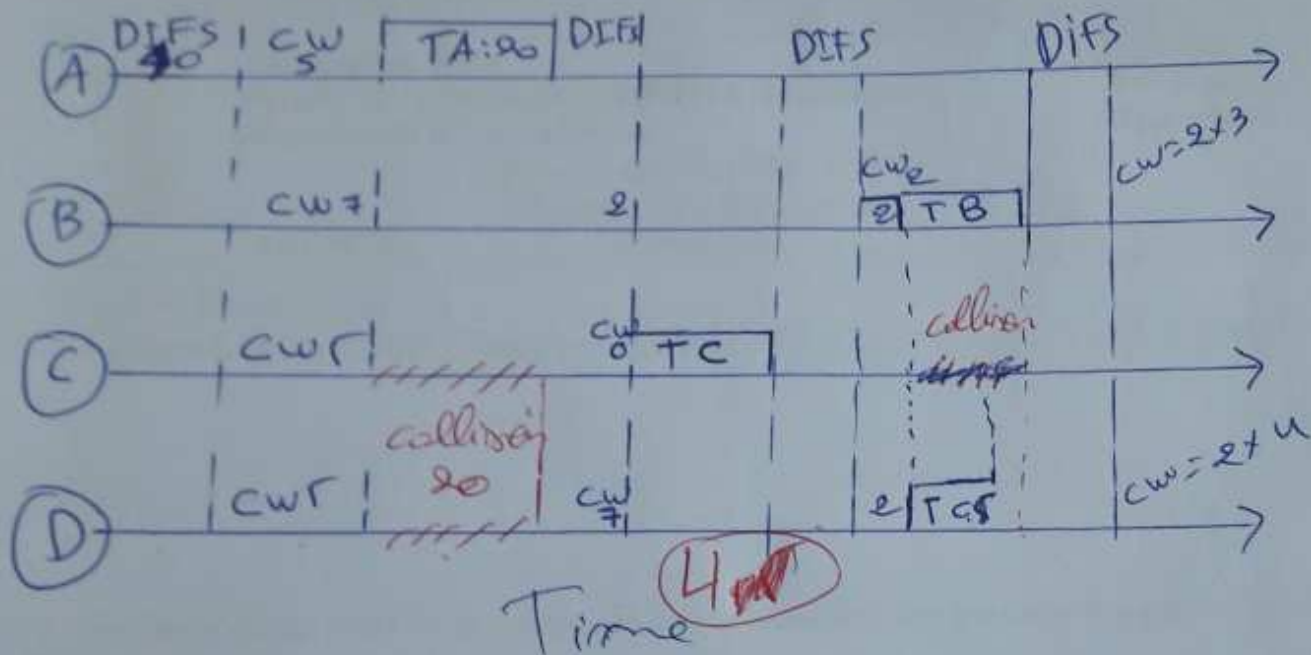
1. Exécutez l'algorithme **CSMA/CA avec Backoff** en utilisant les données du tableau suivant.

	Station A	Station B	Station C	Station D
Backoff -1-	5 slot-time	7 slot-time	5 slot-time	5 slot-time
Backoff -2-	4 slot-time	3 slot-time	0 slot-time	7 slot-time
Backoff -i-	(i) slot-time	(2, i) slot-time	(3, i) slot-time	(4, i) slot-time

Table 1. Valeurs de Backoff

Remarques importantes

1. La topologie de réseau :

2. Chaque station possède une seule trame à émettre et les transmissions sont commet suite :
 - a. A vers B
 - b. B vers C
 - c. C vers D
 - d. D vers C
3. Le temps total de transmission de chaque trame, y compris son acquittement, est de 20 slot-times.
4. DIFS=10 slot-time.
5. Utiliser les valeurs de Backoff de la Table 1 à chaque fois que nécessaire.



C	3	4	5	6	...	C=AN
Backoff B	6	8	10	12	...	22
Backoff D	8	16	20	24	...	44

collision collision collision

TB TE

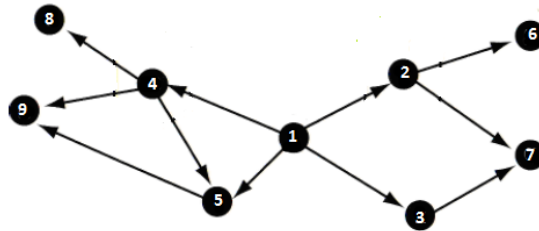
2 slot time

~~4~~ 2

Exercice 2 (2*2pts) OLSR

Pour les messages d'inondation, le protocole OLSR n'utilise qu'un nombre limité de nœuds (stations), appelés relais multipoints. En revanche, sans l'utilisation de ce principe, chaque nœud qui reçoit le message pour la première fois doit le diffuser à ses voisins.

Dans la figure suivante, supposons que le nœud 1 souhaite diffuser un message dans l'ensemble du réseau.



Q1. Sans l'utilisation de principe des relais multipoint, donnez la liste des nœuds -nœud 1 inclus- qui vont rediffuser le message.

{Tous les nœuds}

Q2. Citer les relais multipoint du nœud 1 ? Et dans ce cas aussi donnez la liste des nœuds -nœud 1 inclus- qui vont rediffuser le message.

{1,2,4} or {i,j,m}

Exercice 3 (1*4pts)

1. Calculer la capacité (en bps) d'un canal sans bruit de 40 MHz qui transmet un signal binaire.

$$C = 2 * B = 2 * 40 * 10^6 = 80000000 \text{ bps}$$

2. Calculer la capacité (en bps) d'un canal sans bruit de 40 MHz qui transmet un signal de 8 niveaux.

$$C = 2B * \log_2(M) = 2B * \log_2(2^3) = 2 * 40 * 10^6 * 3 = 240000000 \text{ bps}$$

3. Calculer la capacité (en bps) d'un canal avec bruit de 40 MHz, pour un rapport SNR=255.

$$C = B * \log_2(1 + \text{SNR}) = 40 * 10^6 * \log_2(2^8) = 40 * 10^6 * 8 = 320000000 \text{ bps}$$

4. Calculer le débit en Mbps en utilisant les données du tableau suivant.

Bande	80 Mhz
Modulation	1024-QAM
Nombre de sous-porteuses	234
Durée symbole OFDM	13.6 μ s

Modulation 1024-QAM

$$\log_2(1024) = 10 \text{ bits/sous-porteuse}$$

Total bits par symbole OFDM :

$$\text{Bits/symbole} = 234 \times 10 = 2340 \text{ bits}$$

Nombre de symboles OFDM par seconde

$$T_{\text{symbole}} = 13.6 \mu\text{s} = 13.6 \times 10^{-6} \text{ s}$$

$$\text{Symboles/s} = \frac{1}{13.6 \times 10^{-6}} = 73529$$

Débit brut (PHY)

$$R = 2340 \times 73529 = 164 \text{ Mbps}$$

Annexe

1 octet = 8 bits, 1 Kilo bits = 2^{10} bits, 1 Méga bits = 2^{10} Kb, 1 Giga bits = 2^{10} Mb

1 KHz = 10^3 Hz, 1 MHz = 10^6 Hz, 1 GHz = 10^9 Hz

bps : bits pas secondes, SNR : signal-to-noise ratio, Mbps : Méga bits pas seconde