

Téléinformatique de base

Chapitre 10

Wi-Fi

Objectifs d'apprentissage

- Savoir énumérer les caractéristiques principales (débits, fréquences, canaux) des différentes normes
- Savoir expliquer les caractéristiques des différentes bandes de fréquences
- Savoir expliquer les critères pour le choix de canaux Wi-Fi
- Savoir décrire la méthode d'accès au médium CSMA/CA

Introduction

- **Wi-Fi : Wireless Fidelity**
 - Marque introduite par la Wi-Fi Alliance qui teste la compatibilité des équipements et fait la promotion de la technologie
- **Avantages**
 - Mobilité
 - Facilité et coût d'installation
 - Toutes les plateformes (Smartphone, tablette, ...)
- **Inconvénients**
 - Débit faible et partagé
 - Problèmes liés à la transmission radio (interférences, couverture)
 - Sécurité (DoS, ...)

Normes principales

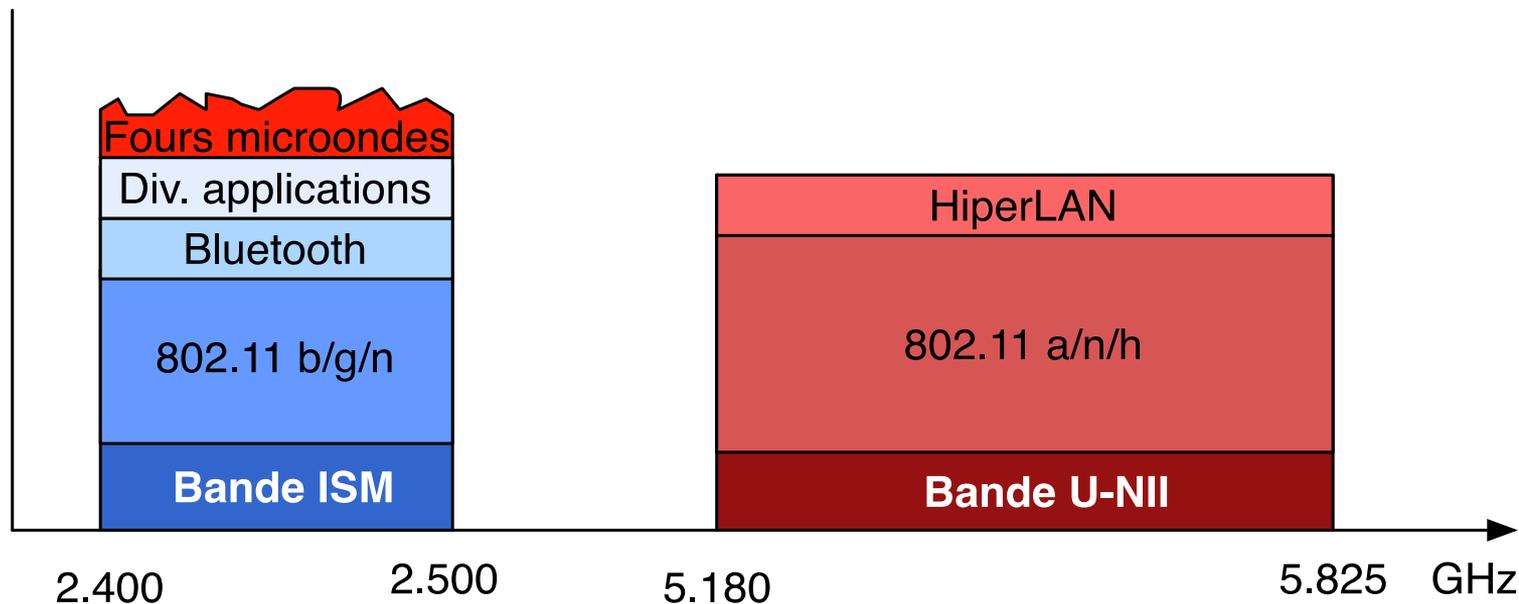
Norme	Débit nominal en Mb/s	Bande de fréquences	Commentaire
IEEE 802.11	1, 2	2.4 GHz	Première norme. Plus utilisée
IEEE 802.11b	1, 2, 5.5, 11	2.4 GHz	Compatible avec 802.11g. Peu utilisée
IEEE 802.11g	1 – 54 (plusieurs débits)	2.4 GHz	Très populaire aujourd'hui
IEEE 802.11a	6 – 54 (plusieurs débits)	5 GHz	Portée plus faible, mais moins d'interférences
IEEE 802.11n	Jusqu'à 600 (avec 2 canaux et 4 flux spatiaux)	2.4 GHz ou 5 GHz	Utilise MIMO (Multiple-input multiple-output), avec plusieurs flux spatiaux
Normes futures			
IEEE 802.11ac	Max 7 Gb/s	5-6 GHz	Ratifiée en janvier 2014
IEEE 802.11ad	Max 7 Gb/s	60 GHz	Courtes distances seulement

Caractéristiques des micro-ondes

- Utilisées pour la communication radio
- Fréquences: 250 MHz – 70 GHz
 - Propagation en ligne droite
- Fréquences < 6 GHz
 - Traversent facilement les murs
- Fréquences > 6 GHz
 - Nécessitent une visibilité directe. Traversent difficilement les murs
- Fréquences > 12 GHz
 - Absorption par l'eau (brouillard, pluie)

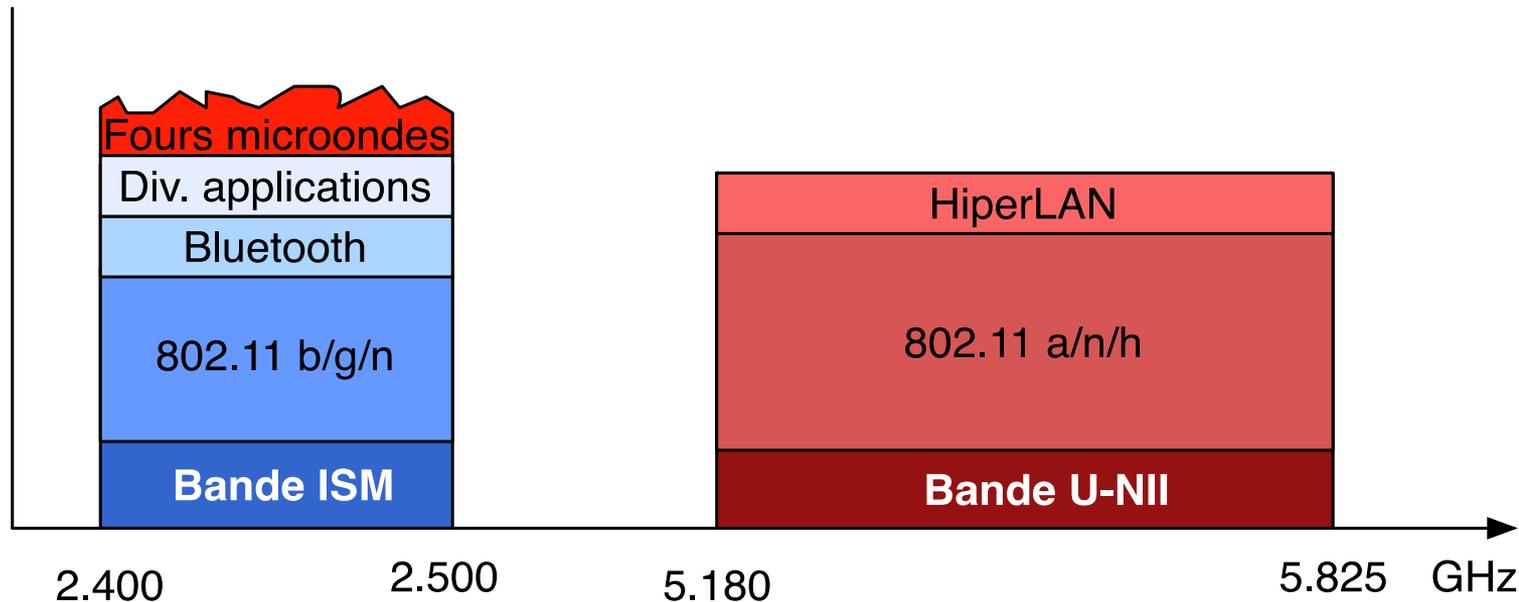
Bandes de fréquences Wi-Fi

- Bande ISM (*Industrial/Scientific/Medical*)
 - Bande 2.4 – 2.5 GHz
 - Utilisation sans demande d'autorisation
 - Utilisée par beaucoup d'équipements
 - Interférences avec les fours micro-ondes (2.45 GHz)



Bandes de fréquences Wi-Fi

- Bande U-NII
(*Unlicensed National Information Infrastructure*)
 - Bande 5.180 – 5.825 GHz
 - Utilisation sans demande d'autorisation
 - Peu utilisé, sauf pour 802.11 a/n/h

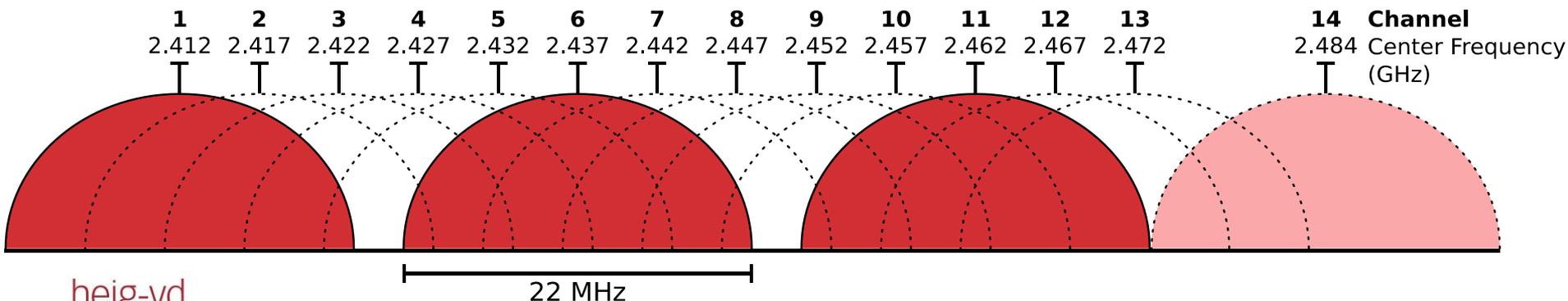


Choix d'un canal

- Chacune de ces bandes est divisée en canaux
- 802.11b/g/a utilisent un canal par cellule
- 802.11n utilise un ou deux canaux par cellule
- Le choix des bons canaux est important pour éviter de mauvaises performances

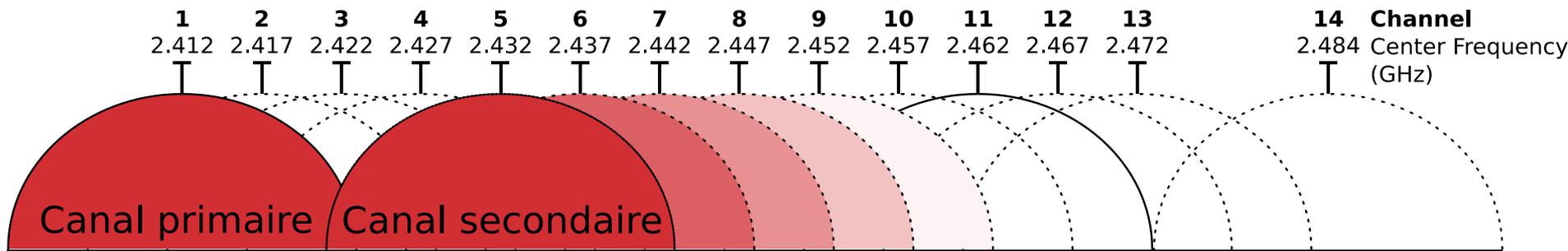
802.11b/g

- 13 canaux en Europe
 - Canal 14 uniquement au Japon
- Les canaux se chevauchent
 - Une transmission apparaît comme bruit dans les canaux voisins
 - Il est mieux de mettre deux réseaux dans le même canal que dans des canaux voisins
- Espacement recommandé de 5 canaux pour éviter des interférences
- Les canaux 1 – 6 – 11 sont les plus souvent utilisés



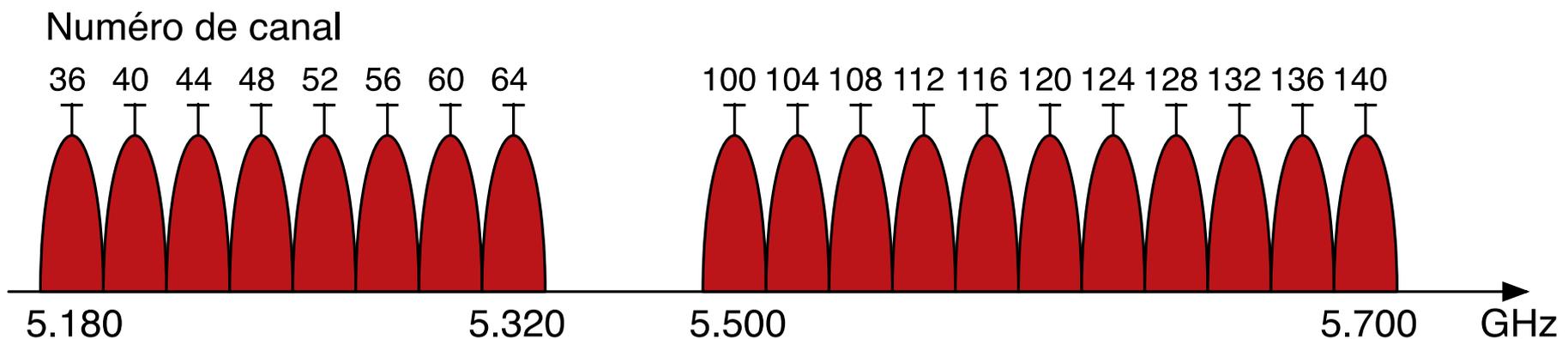
802.11n à 2.4 GHz

- Utilisation avec 1 canal est similaire à 802.11b/g
- Utilisation avec deux canaux double la largeur de bande et le débit nominal
 - Les deux canaux doivent être séparés de 20 MHz
 - Par exemple canaux 1+5 ou 6+10
 - Un seul réseau 802.11n @2.4 GHz bloque 9 des 13 canaux



802.11a et 802.11n à 5 GHz

- En Europe, 19 canaux sans interférences mutuelles
- Largeur de bande de 20 MHz par canal
- 802.11n peut utiliser un ou deux canaux



Portée

- La portée à l'intérieur dépend fortement de la situation concrète
 - Murs et d'autres obstacles
 - Interférences et réflexions
- En général, la bande 5 GHz a une portée plus faible que celle de 2.4 GHz
- L'utilisation de MIMO en 802.11n augmente le débit et la portée

	À l'intérieur	À l'extérieur
802.11b/g	30 m	200 m
802.11a	15 m	100 m
802.11n	45 m	400 m

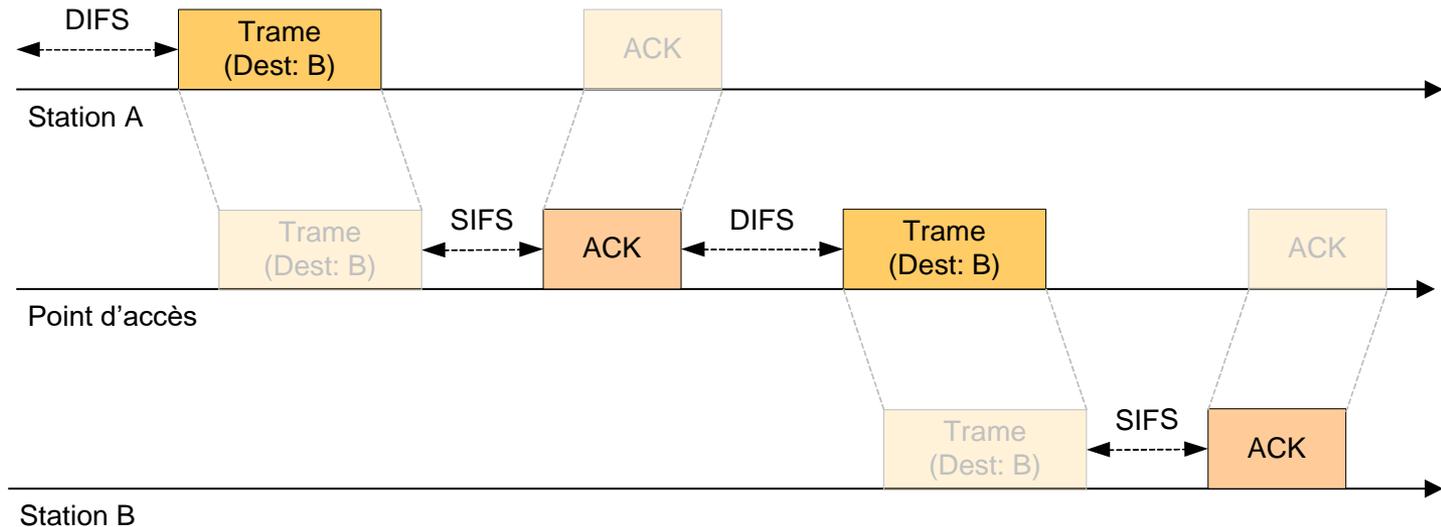
Accès au médium

- Le canal radio est partagé entre tous les émetteurs
- Contrairement à un bus sur câble coaxial, la détection de collisions est difficile
 - CSMA/CD d'Ethernet n'est pas utilisable

Principe de CSMA dans 802.11

1. Un émetteur écoute le canal avant de transmettre
2. Si le canal est libre pendant l'intervalle DIFS: transmission
3. Si le canal est occupé: attendre un délai aléatoire
 - CSMA non persistant
4. Chaque trame doit être acquittée après chaque transmission
 - Intervalle SIFS ($<$ DIFS) entre la réception de la trame et l'acquittement

Exemple d'une transmission



Transmission A → AP → B

- Chaque trajet est acquitté
- Puisque $SIFS < DIFS$, l'acquiescement est transmis avant les trames
- Le point d'accès n'a pas de priorité
 - Il est possible qu'une autre station gagne accès au canal avant lui

Evitement de collisions

- Défaut de CSMA : Lorsque plusieurs émetteurs attendent la libération du canal, il y aura forcément une collision

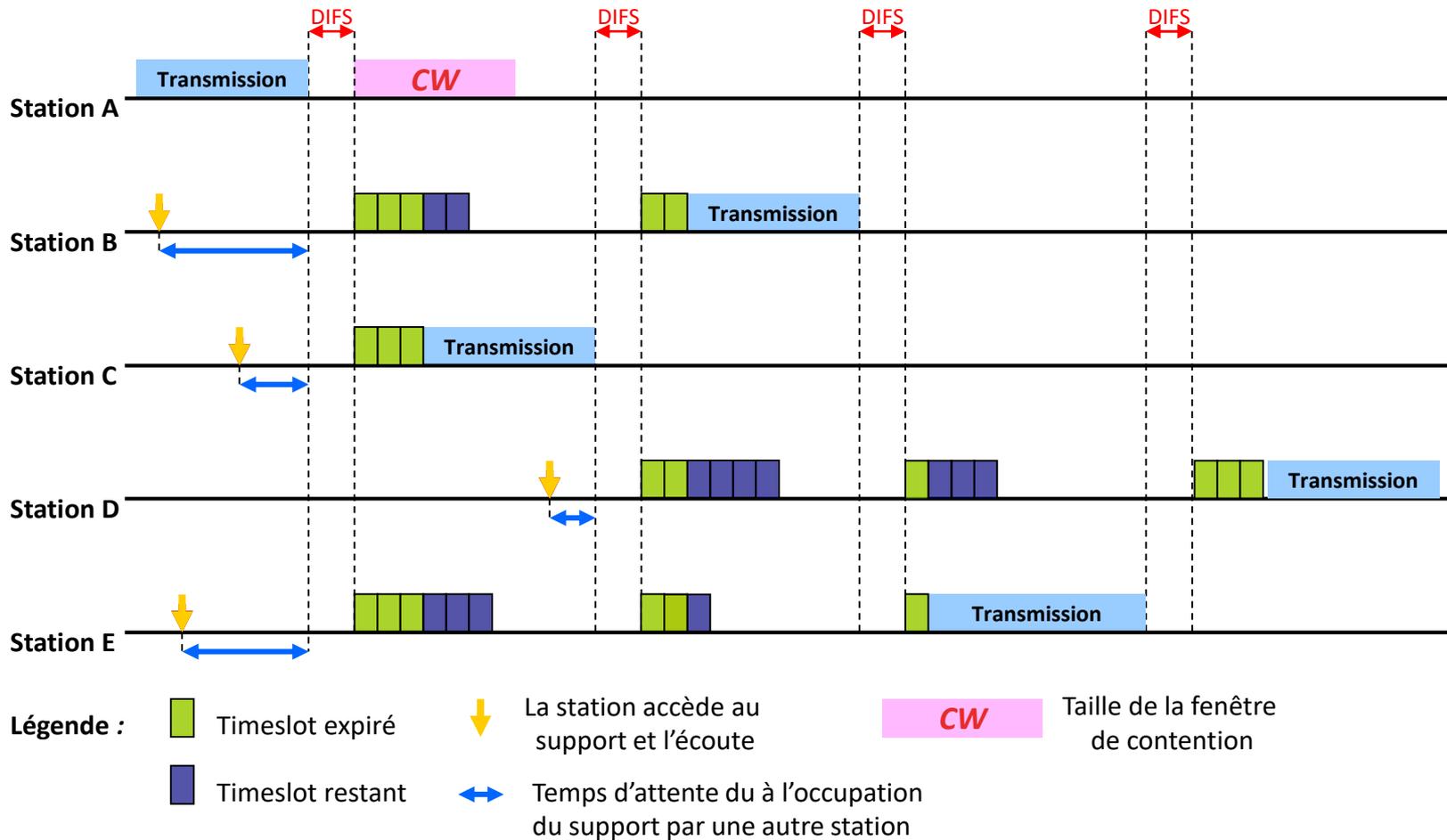
CSMA/CA (*Collision Avoidance*)

- Principe: une station doit attendre un délai aléatoire
 1. Si le canal est occupé lors de l'écoute (=> CSMA non persistant)
 2. Après une transmission réussie
 3. Après chaque retransmission (=après une collision ou une erreur de bit)

Résultat

- Evite les collisions quand le canal se libère
- Empêche une station de monopoliser le canal
- Toutes les stations ont la même priorité d'accéder au canal
- Pas de Qualité de Service (délais peuvent être longs)

Exemple: Collision Avoidance



Débits effectifs

- Les normes indiquent le débit physique de transmission de bits
 - Par exemple 54 Mb/s pour 802.11g
- Le débit effectif est inférieur à cause
 - des en-têtes des trames
 - des délais d'attente (DIFS, délais aléatoires, acquittements)

Débits effectifs maximum pour un datagramme IP

Norme	Débit maximum couche physique	Débit effectif (paquet de 64 B)	Débit effectif (paquet de 1500 B)
802.11b	11 Mb/s	0.8 Mb/s	7.1 Mb/s
802.11g/a	54 Mb/s	1.3 Mb/s	20 Mb/s

Faiblesse de CSMA/CA

- Collisions toujours possibles
 - Les délais aléatoires de deux stations expirent simultanément
 - Problème de la station cachée



- Mode RTS/CTS avec réservation du canal
 - Evite le problème de la station cachée
 - Réduit la durée d'une collision

Réservation avec RTS et CTS

- **Message RTS** (*Request to Send*)
 - Court message envoyé par la source pour indiquer l'intention d'émettre
- **Message CTS** (*Clear to Send*)
 - Court message envoyé par la destination comme réponse au message RTS
 - Reçu par tous les nœuds dans la zone de couverture du **récepteur**
 - Indique la durée de la réservation (NAV, *Network Allocation Vector*)
- **Comportement**
 - Réception d'un RTS: silence pendant la transmission de CTS + trame suivante
 - Réception de CTS: silence pendant la transmission suivante

Exemple de RTS et CTS

