

NETWORKS - IEEE 802.11

Normes IEEE 802.11 - WLAN (Wireless Local Area Network).....	2
Gestion de l'Accès au Média : CSMA/CA.....	2
Mécanisme Optionnel : RTS/CTS.....	3

Normes IEEE 802.11 - WLAN (Wireless Local Area Network)

L'IEEE 802.11 utilise différentes bandes de fréquences (2,4 GHz, 5 GHz et récemment 6 GHz) et intègre des technologies avancées comme **MIMO** (*Multiple-Input Multiple-Output*) pour améliorer les performances.

Nom de la Norme IEEE	Nom Commercial (Wi-Fi)	Date de Publication	Fréquences Utilisées	Débit Maximal Théorique	Évolution(s) Majeure(s)
802.11	(Original)	1997	2,4 GHz	2 Mbps	Première version du standard
802.11b	Wi-Fi 1	1999	2,4 GHz	11 Mbps	Déploiement grand public (succès commercial initial)
802.11a	Wi-Fi 2	1999	5 GHz	54 Mbps	Utilisation de la bande 5 GHz (moins encombrée)
802.11g	Wi-Fi 3	2003	2,4 GHz	54 Mbps	Débit de 802.11a sur la bande 2,4 GHz
802.11n	Wi-Fi 4	2009	2,4 GHz / 5 GHz	600 Mbps	Introduction du MIMO (multiples antennes) et des canaux 40 MHz.
802.11ac	Wi-Fi 5	2013	5 GHz	≈3.5 Gbps	Canaux 80/160 MHz. Introduction du MU-MIMO (Multi-User MIMO).
802.11ax	Wi-Fi 6	2021	2,4 GHz / 5 GHz	≈9.6 Gbps	Introduction de l' OFDMA (pour les zones denses) et amélioration de la gestion des périphériques.
802.11ax (Extension)	Wi-Fi 6E	2021	2,4 GHz / 5 GHz / 6 GHz	≈11 Gbps	Ajout de la bande 6 GHz pour des canaux plus larges et moins d'interférences.
802.11be	Wi-Fi 7	2024 (prévue)	2,4 GHz / 5 GHz / 6 GHz	Jusqu'à 46 Gbps	Technologie MLO (<i>Multi-Link Operation</i>) pour utiliser plusieurs bandes simultanément, visant l'ultra-faible latence.

Gestion de l'Accès au Média : CSMA/CA

Contrairement à l'Ethernet filaire (qui utilisait le CSMA/CD pour **Détecter** les collisions), le Wi-Fi utilise le protocole **CSMA/CA** (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*, ou Accès Multiple avec Écoute de Porteuse et **Évitement de Collisions**).

Pourquoi l'Évitement ?

Dans un environnement sans fil, il est **impossible** pour un appareil de détecter une collision au moment où elle se produit (comme l'Ethernet filaire le fait) car l'émetteur est trop occupé à envoyer son propre signal pour "écouter" le média en même temps (problème du *Hidden Node* ou nœud caché).

Principe de Fonctionnement

Le CSMA/CA cherche donc à prévenir la collision avant qu'elle n'ait lieu :

1. **Écoute de Porteuse (Carrier Sense)** : La station écoute le canal. Si elle le trouve **libre** pendant un certain temps (appelé DIFS), elle peut tenter d'émettre.
2. **Temporisation Aléatoire (Backoff)** : Si le canal est occupé, ou si plusieurs stations veulent émettre au moment où le canal se libère, elles attendent un **délai aléatoire** avant de tenter à nouveau.
3. **Accusé de Réception (ACK)** : Après l'émission des données, le récepteur doit envoyer un **ACK** (Acquittement) pour confirmer la bonne réception.
 - Si l'émetteur ne reçoit **pas** l'ACK, il suppose qu'une collision a eu lieu et relance le processus après un nouveau délai aléatoire.

Mécanisme Optionnel : RTS/CTS

Un mécanisme facultatif appelé **RTS/CTS** (*Request To Send/Clear To Send*) est parfois utilisé pour les paquets de grande taille ou dans les environnements à forte densité, pour minimiser le risque de collision :

La station émettrice envoie une trame **RTS** (Demande d'émission) au point d'accès.

Le point d'accès (AP) répond avec une trame **CTS** (Autorisation d'émettre) qui est entendue par toutes les stations environnantes.

Toutes les autres stations mettent à jour leur **NAV** (*Network Allocation Vector*) pour ne pas émettre pendant la durée spécifiée. Seule la station ayant reçu le CTS peut émettre.