

NETWORKS - IEEE 802.15

Normes IEEE 802.15 - WPAN (Wireless Personal Area Network).....	2
802.15.1 : Le Standard Bluetooth.....	2
802.15.4 : Le Standard des Réseaux Maillés à Faible Débit.....	2
802.15.3 : Le Standard Haut Débit.....	2
802.15.4z : L'Ultra-Wideband (UWB).....	3
Gestion de l'Accès dans 802.15.4 (Zigbee, Thread).....	3

Normes IEEE 802.15 - WPAN (Wireless Personal Area Network)

La norme **IEEE 802.15** est un ensemble de spécifications concernant les **Réseaux Personnels Sans Fil (WPAN)**, c'est-à-dire des réseaux sans fil destinés à connecter des appareils sur de très courtes distances (quelques mètres).

802.15.1 : Le Standard Bluetooth

C'est la norme la plus connue et la plus répandue.

- **Nom Commercial** : Bluetooth.
- **Objectif** : Remplacer les câbles pour la connexion de périphériques (casques audio, souris, claviers, smartphones).
- **Fréquence** : Bande **ISM 2.4 GHz**.
- **Portée Typique** : Classe 2 : 10 mètres. Classe 1 : jusqu'à 100 mètres.
- **Technologie Clé** : Utilise le **saut de fréquence étalé (FHSS)** pour éviter les interférences.
- **Évolution** : L'ajout du **Bluetooth Low Energy (BLE)** dans les versions récentes a permis de réduire drastiquement la consommation d'énergie, essentiel pour les petits capteurs et l'Internet des Objets (IoT).

802.15.4 : Le Standard des Réseaux Maillés à Faible Débit

Cette norme est la base technologique de plusieurs protocoles clés dans le domaine de l'IoT et de la domotique.

- **Objectif** : Créer des réseaux d'appareils à **très faible consommation d'énergie** et à **faible débit**, mais capables de former de grands **réseaux maillés** (*mesh networks*).
- **Fréquences** : **2.4 GHz** (mondial) et bandes inférieures (868 MHz en Europe, 915 MHz en Amérique).
- **Caractéristiques Clés** :
 - **Faible Consommation** : Permet aux appareils de fonctionner sur batterie pendant des mois, voire des années.
 - **Réseau Maillé** : Les appareils peuvent relayer l'information, étendant la portée bien au-delà de la portée d'un seul appareil.
- **Protocoles Construits sur 802.15.4** :
 - **Zigbee** : Utilisé pour la domotique (éclairage intelligent, thermostats).
 - **Thread** : Protocole basé sur IP (IPv6) pour l'IoT, qui supporte notamment la norme **Matter**.
 - **ISA100.11a/WirelessHART** : Utilisés pour l'automatisation industrielle.

802.15.3 : Le Standard Haut Débit

Cette norme est dédiée aux applications nécessitant un débit plus élevé sur une courte distance.

- **802.15.3 (WPAN Haut Débit)** : Standard initial.
- **802.15.3b/c (mmWave)** : Vise des débits très élevés (plusieurs Gbps) pour la transmission de vidéo sans compression, mais n'a pas connu un succès commercial important face au Wi-Fi.

802.15.4z : L'Ultra-Wideband (UWB)

C'est une évolution récente et très spécifique de la norme WPAN.

- **Nom Commercial** : **UWB** (Ultra-Wideband).
- **Objectif** : Permettre une **localisation de haute précision** (précision centimétrique), la sécurisation des transactions et l'échange rapide de données.
- **Fréquences** : Utilise un spectre très large, généralement de 3,1 GHz à 10,6 GHz.
- **Application** : Clés de voiture numériques sécurisées, localisation d'objets ou de personnes à l'intérieur de bâtiments (Indoor Tracking), et déverrouillage/paiement par simple approche du téléphone.

Gestion de l'Accès dans 802.15.4 (Zigbee, Thread)

La norme 802.15.4 utilise principalement un mécanisme **CSMA/CA** (similaire au Wi-Fi) pour éviter les collisions.

- **Mode Non-Beacon** : Les nœuds se disputent l'accès au canal de manière aléatoire (CSMA/CA standard). C'est le mode le plus courant pour une faible consommation.
- **Mode Beacon** : Le coordinateur de réseau envoie des balises (*Beacons*) à intervalles réguliers. Les nœuds peuvent alors utiliser un système d'allocation de temps garanti (GTS) pour les applications sensibles au temps, garantissant un accès au média sans collision.