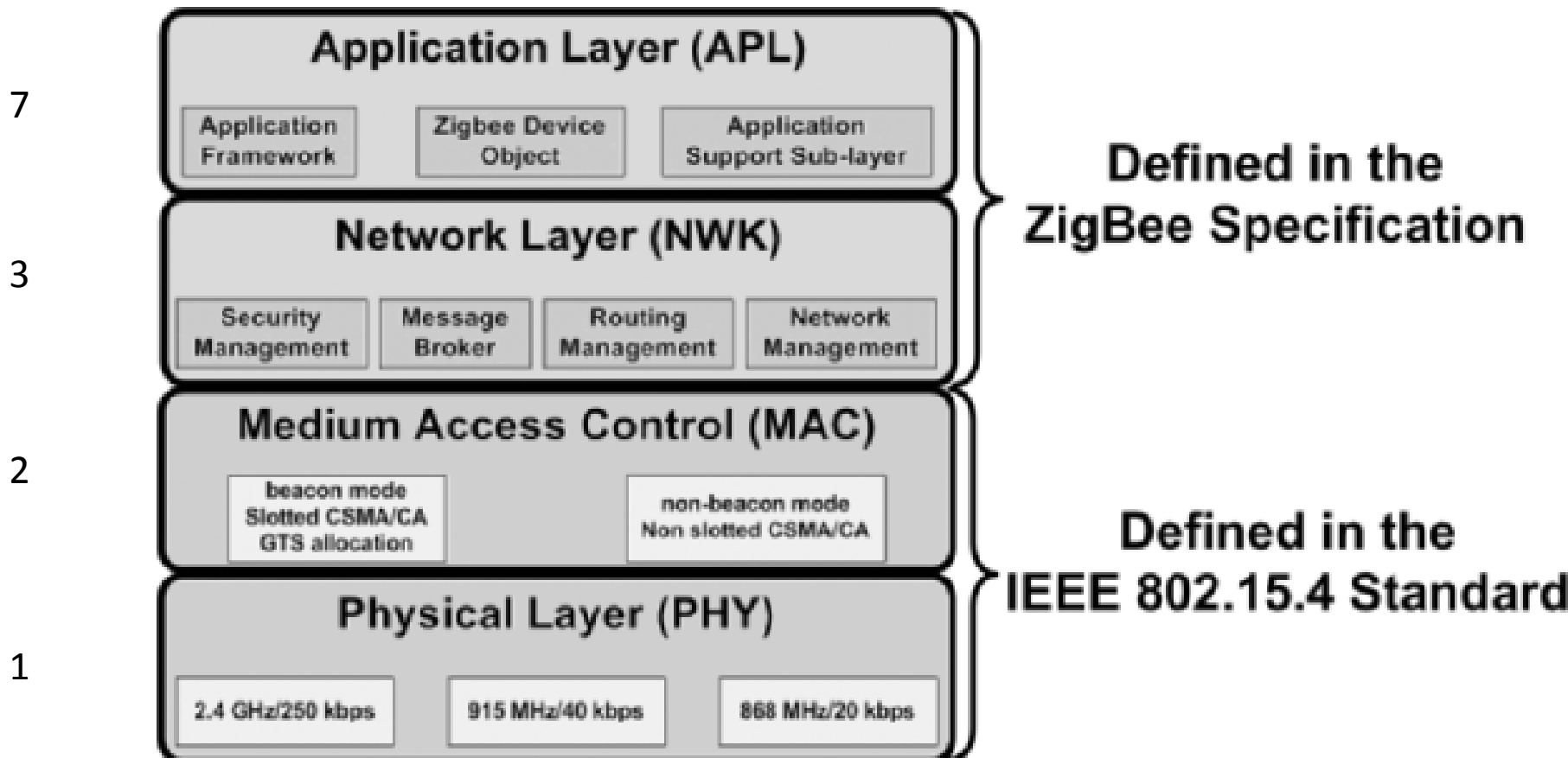


# ZigBee

Présentation et mise en œuvre

# Pile de protocole



# IEEE 802.15.4

- **Wireless à bas débit** : LR-WPAN
- **Faible consommation d'énergie** : Cycles d'émissions/réceptions et connexions au réseau très rapides
- Principalement utilisée pour les réseaux domotiques ou de capteurs
- **Allocation d'une adresse de 16 ou 64 bits**
- Deux types de dispositifs :
  - **FFD** (Full Function Device) : coordonne l'ensemble du réseau **coordinateur PAN, routeur** ou dispositif relié à un capteur
  - **RFD** (Reduced Function Device) : conçue pour une application très simple (l'allumage d'une lumière par exemple) ne peut communiquer qu'avec un FFD (**End device**)

# IEEE 802.15.4

## Frequences et debits :

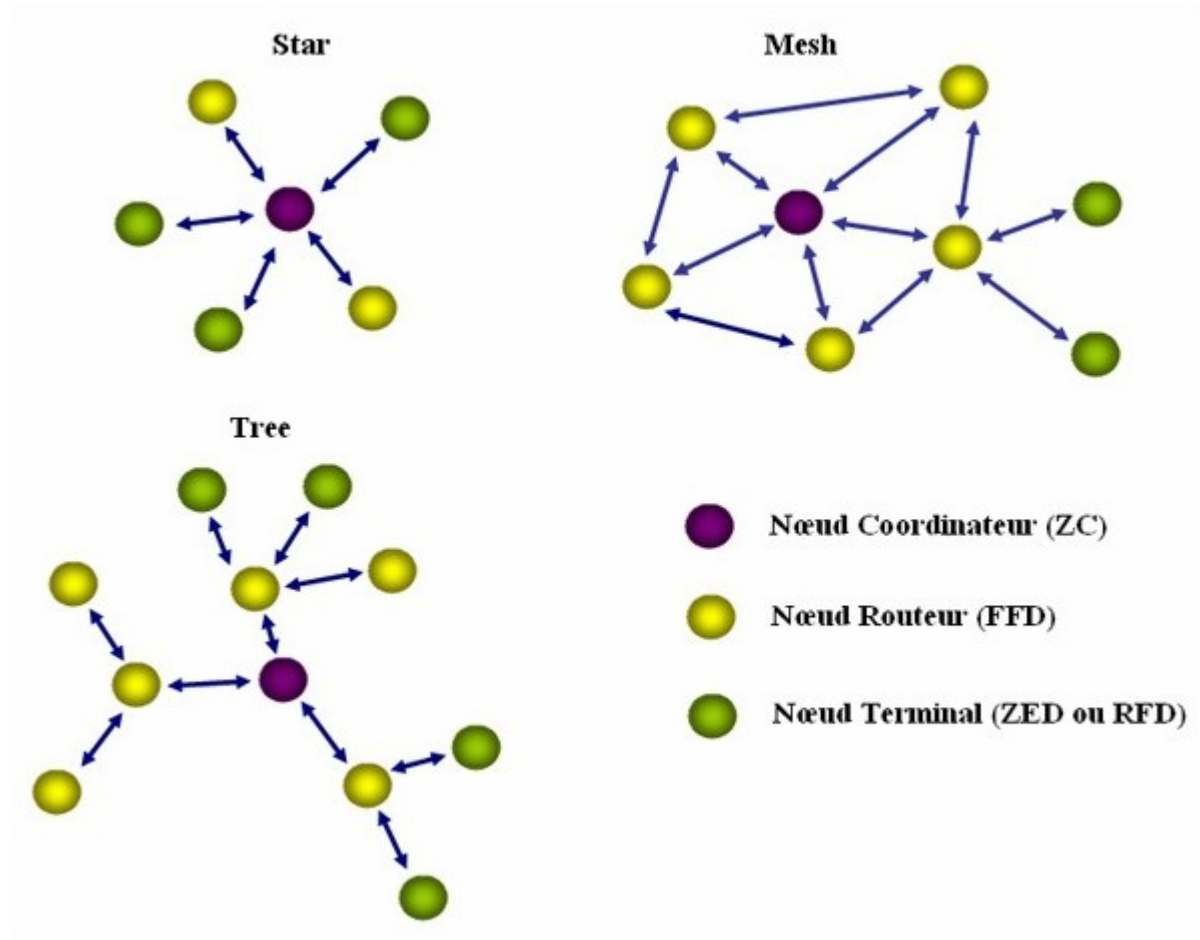
- 2400 - 2483,5 Mhz : libre sur toute la planete >> 250 kbps
- 902 – 928 Mhz : libre aux Etats unis et aux Canada >> 40 kbps
- 868 – 868,6 Mhz : libre en Europe >> 20 kbps

**Signal robuste et résistant aux interférences (CSMA/CA).**

**Sécurité : 128-bit AES**

# ZigBee

Topologies :

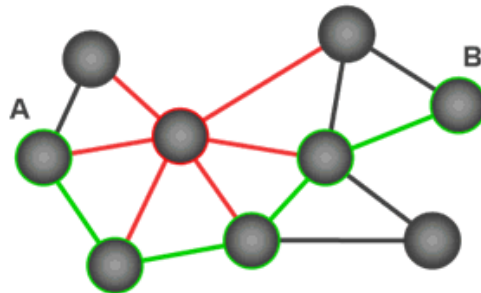


# ZigBee


- **Nombre de Nœuds : +65000**
- **Temps d'accès au réseau : < 30 ms**
  - **Temps de sortie de veille : < 15 ms**
  - **Temps d'accès au canal : < 15 ms**

# ZigBee - mesh

- Un réseau maillé est une topologie dans laquelle chaque nœud du réseau est connecté aux autres nœuds qui l'entourent.
- Chaque nœud coopère à la transmission d'informations.
- La mise en réseau de maillage offre trois avantages importants:
  - **Routage** : Avec cette technique, le message est propagé le long d'un chemin en sautant de nœud en nœud jusqu'à ce qu'il atteigne sa destination finale.
  - **Création de réseau ad-hoc** : C'est un processus automatisé qui crée tout un réseau de nœuds à la volée, sans aucune intervention humaine.
  - **Auto-diagnostic** : Ce processus détermine automatiquement si un ou plusieurs nœuds du réseau sont manquants et reconfigure le réseau pour réparer les routes endommagées.



# ZigBee – Types de nœuds

- **Le coordinateur (coordinator)** 

Les réseaux Zigbee ont toujours un seul dispositif de coordination.

- **Démarre le réseau en sélectionnant le canal et l'identifiant réseau (PAN ID).**
- **Distribue les adresses, permettant aux routeurs et aux terminaux de rejoindre le réseau.** Aide au routage des données.
- Stocke les paquets de données pour les nœuds endormis.
- Gère les autres fonctions qui définissent le réseau, **le sécurisent et le maintiennent en bonne état.**
- **Cet appareil ne peut pas dormir et doit être allumé en permanence.**



# ZigBee – Types de nœuds

- Les routeurs (routers)



Un routeur est un nœud Zigbee complet.

- Il peut **rejoindre des réseaux existants et envoyer, recevoir et acheminer des informations**. Le routage implique d'agir comme un **relais** pour les communications **entre d'autres appareils** qui sont **trop éloignés** pour transmettre des informations par eux-mêmes.
- Il peut **mettre en mémoire tampon** des paquets de données **pour les end devices endormis**. Il peut permettre à d'autres routeurs et périphériques terminaux de rejoindre le réseau.
- **Il ne peut pas dormir et doit être allumé en tout temps.**
- **Il peut avoir plusieurs routeur dans un réseau.**

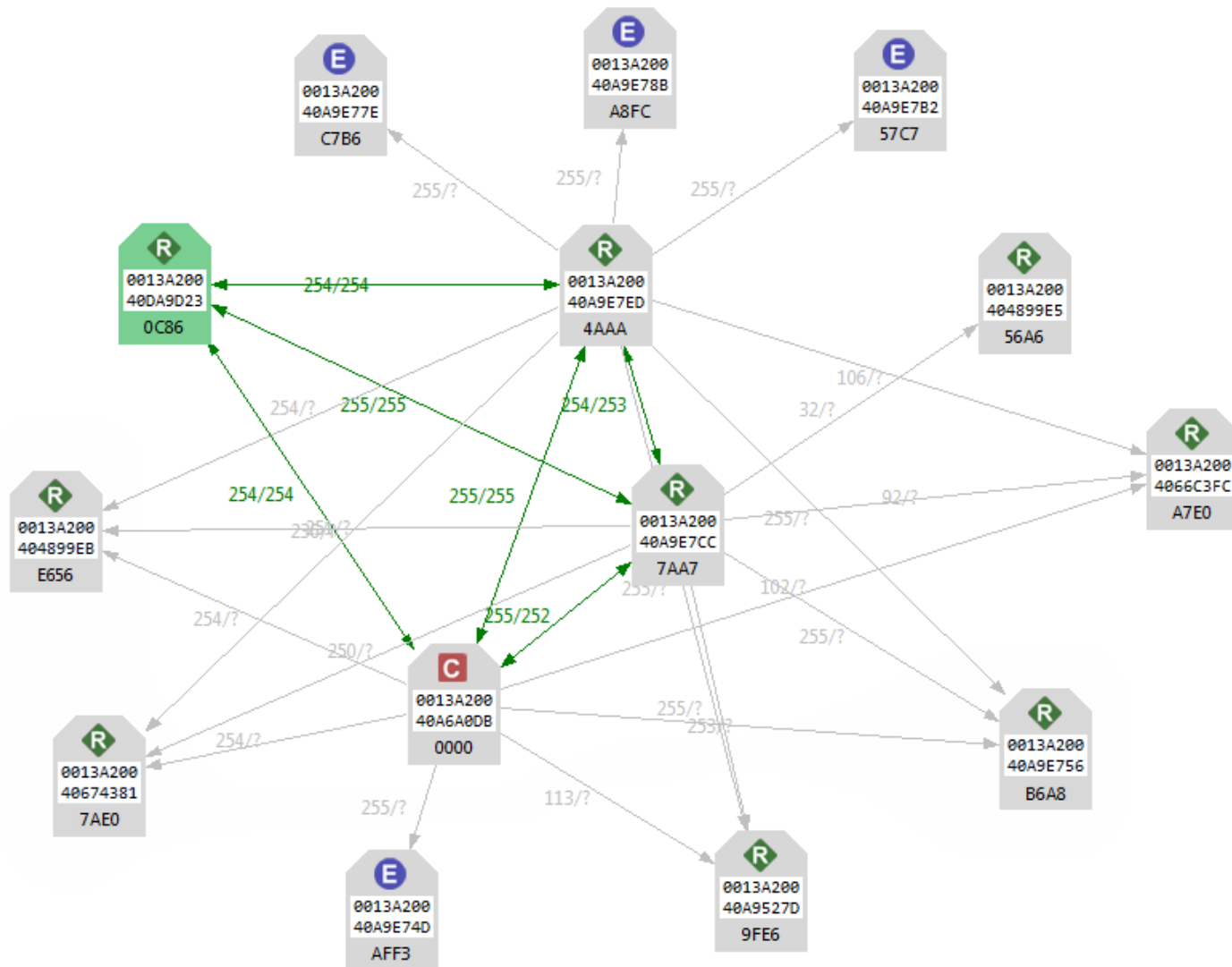
# ZigBee – Types de nœuds

- Les nœuds terminaux (end devices) 

Un périphérique final est essentiellement une version réduite d'un routeur.

- Il **peut rejoindre des réseaux existants et envoyer et recevoir** des informations, mais **ne peut pas servir de messenger entre d'autres périphériques**.
- Il **ne peut pas permettre à d'autres périphériques de rejoindre le réseau**.
- Il utilise du matériel moins cher et **peut s'éteindre par intermittence**, économisant de l'énergie en entrant temporairement dans un **mode de veille** non réactif.
- Il **a toujours besoin d'un routeur ou du coordinateur** pour être son périphérique parent. Le parent aide les périphériques finaux à rejoindre le réseau et stocke les messages pour eux lorsqu'ils sont endormis.

# ZigBee – Types de nœuds



# ZigBee – Adressage

Deux types d'adresses :

- **64 bits** : Unique pour chaque module. Toujours utilisée.
  - Paramètres SH+SL : N° de série du module



- Paramètres DH+DL : Adresse de destination  
**0x00000000000000FFFF** => **Broadcast**  
**0x000000000000000000** => **Coordinator**

# ZigBee – Adressage

## Deux types d'adresses :

- **16 bits** : Un périphérique reçoit une adresse aléatoire de 16 bits lorsqu'il se connecte à un réseau Zigbee. Cette adresse est également appelée "adresse réseau".
  - Elle ne peut changer que si un conflit d'adresse est détecté ou si un périphérique quitte le réseau et le rejoint plus tard (il peut recevoir une adresse différente).
  - La valeur de l'adresse 16 bits peut être lue via le paramètre Adresse réseau (**MY**) 16 bits.
  - MY = 0x0000 est réservée au coordinateur
  - **MY = 0xFFFE signifie que l'appareil n'a pas rejoint un PAN.**

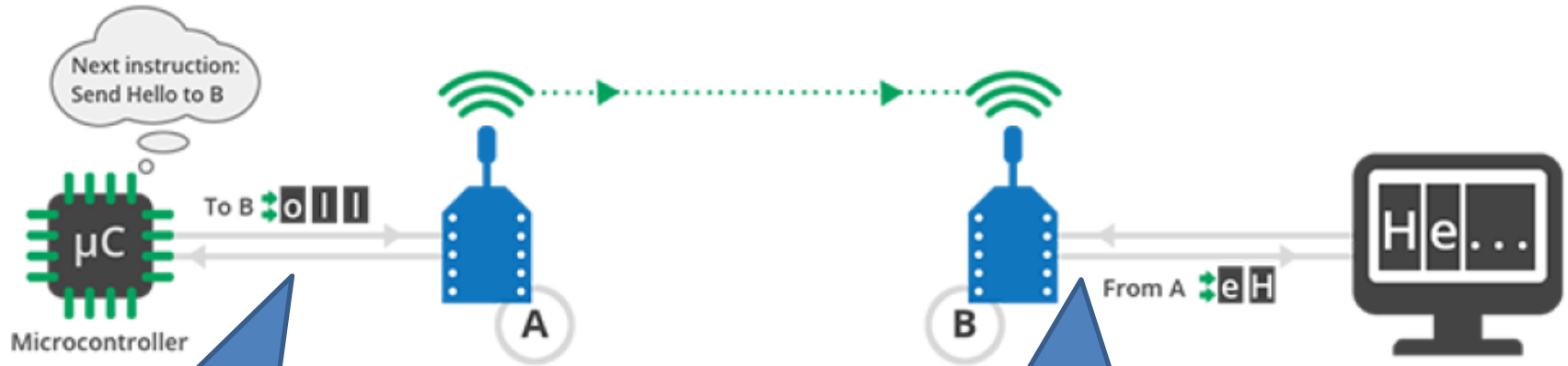
# ZigBee – Identifiant de nœud

- **L'identifiant de nœud** est une courte chaîne de texte qui permet aux utilisateurs **d'adresser le module avec un nom plus humain**. Dans ce cas, l'unicité n'est pas garantie car on peut affecter le même identificateur de nœud à plusieurs modules.
- On peut **lire ou définir** la valeur de l'identificateur de nœud via le paramètre **NI** (Node Identifier).

# ZigBee – Identifiant du réseau

- Les réseaux Zigbee sont appelés **réseaux personnels** ou **PAN**.
- Un identifiant **PAN unique (PAN ID)** définit chaque réseau et l'identifiant est commun à tous les appareils du même réseau.
- **Les périphériques Zigbee sont soit préconfigurés avec un ID PAN à joindre, soit ils peuvent découvrir les réseaux proches et sélectionner un ID PAN à joindre.**
- La valeur du réseau personnel peut être définie via le paramètre PAN ID (**ID**).  
**ID=0** : le XBee sélectionne automatiquement un PAN ID  
**OP** (Operating PAN ID) : Contient le PAN ID du réseau connecté.

# ZigBee – Communication série



Serial communication :

- 9600 bauds
- 8 bits
- No parity
- 1 Stop
- No Flow control

Serial communication :

- 9600 bauds
- 8 bits
- No parity
- 1 Stop
- No Flow control



# ZigBee – Modes de fonctionnement

Deux modes de fonctionnement :

- **Transparent (Application Transparent operating mode) :**

Le mode transparent a une **fonctionnalité limitée** mais est un **moyen facile de démarrer avec les périphériques XBee**.

**Toutes les données reçues par le module radio sont envoyées à un module XBee de destination sans aucune modification.**



# ZigBee – Modes de fonctionnement

Deux modes de fonctionnement :

- **API (Application Programming Interface operating mode) :**

En mode API, un **protocole** détermine la manière dont les informations sont échangées.

Les données sont communiquées en paquets (communément appelées trames API).

Ce mode permet de former de plus grands réseaux et est plus approprié pour créer des réseaux de capteurs pour effectuer des tâches telles que la collecte de données à partir de plusieurs emplacements, le contrôle d'appareils à distance ou l'automatisation d'un domicile.



# ZigBee – Configuration

- Logiciel XCTU

The screenshot displays the XCTU software interface for configuring a ZigBee radio module. The main window is titled "Radio Configuration [RT1-R2D2 - 0013A20040A198CD]".

**Radio Modules Panel:**

- RT1-R2D2:** ZigBee Router API, Port: COM1 - 9600/8/N/1/H - API1, MAC: 0013A20040A198CD
- 4 remote modules:**
  - CO-YODA:** ZigBee Coordinator API, MAC: 0013A20040A9E78B
  - RT1-WINDU:** ZigBee Router API, MAC: 0013A20040A9527D
  - RT2-OB1-WAN:** ZigBee Router API, MAC: 0013A20040A9E883
  - RT4-LUKE:** ZigBee Router API, MAC: 0013A20040A9E756
- BAYMAX:** XBee DigiMesh 2.4, Port: COM6 - 9600/8/N/1/H - AT, MAC: 0013A20040D2B039

**Radio Configuration [RT1-R2D2 - 0013A20040A198CD] Panel:**

Product family: XBP24BZ7    Function set: ZigBee Router API    Firmware version: 23A7

**Networking**  
Change networking settings

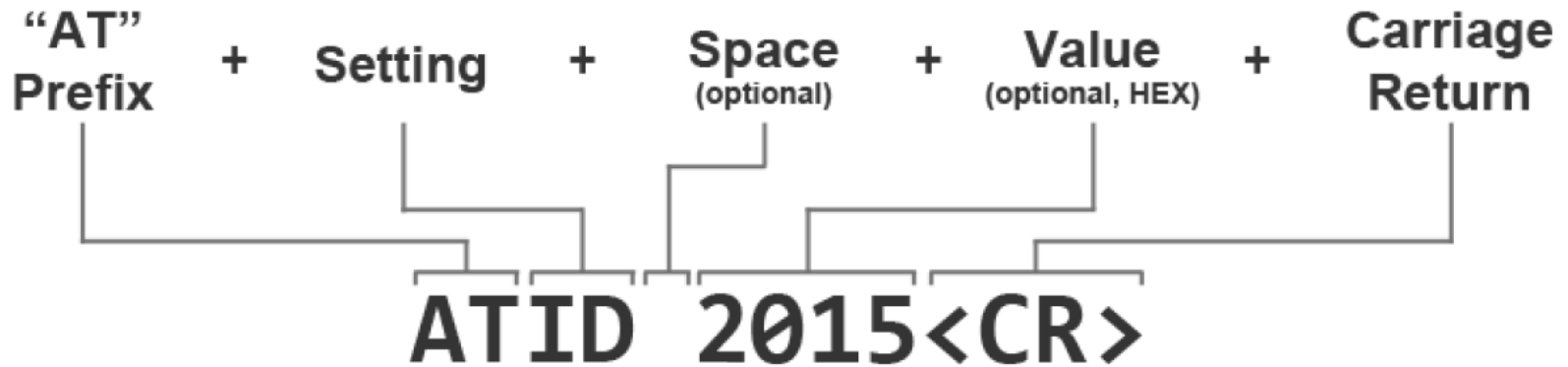
ID PAN ID	C3B0	
SC Scan Channels	7FFF	Bitfield
SD Scan Duration	3	exponent
ZS ZigBee Stack Profile	0	
NJ Node Join Time	FF	x1 sec
NW Network Watchdog Timeout	0	x1 minute
JV Channel Verification	Enabled [1]	
JN Join Notification	Disabled [0]	
OP Operating PAN ID	C3B0	
OI Operating 16-bit PAN ID	5EE9	
CH Operating Channel	F	
NC Number of Re...ing Children	C	

**Addressing**  
Change addressing settings

SH Serial Number High	13A200	
-----------------------	--------	--

# ZigBee – Configuration

- Commandes AT



---

```
// Enter command mode  
+++OK  
  
// Read the ID setting  
ATID <Enter>  
0  
  
// Change the ID setting  
ATID 2015 <Enter>  
OK
```


---

# ZigBee – Test

- Topologie : Mesh
- Types de nœuds : 1 coordinateur et deux routeurs
- Adressage : Diffusion (broadcast)
- Mode de fonctionnement : Transparent

## Procédure avec XCTU :

1. Restaurez les paramètres par défaut de tous les modules Xbee

**Load default firmware settings** 

2. Configurez les paramètres des nœuds

Param	XBeeA	XBeeB	XBeeC
ID	5555	5555	5555
JV	[0]	Enable [1]	Enable [1]
CE	Enable [1]	[0]	[0]
DH	0	0	0
DL	FFFF	0	0
NI	COORD	ROUTER1	ROUTER2