

## STR22 - STM32WBA (BLE 5.4)

*This course describe the STM32 WBA (BLE 5.4) architecture and practical examples*

### Objectives

- Understand STM32WBA SoC (Cortex-M33 + single-core BLE stack).
- Bring up CubeWBA projects and verify the BLE stack.
- Build GAP/GATT apps (services, security, notifications).
- Use BLE 5.x features: Extended/Periodic Advertising, Coded PHY, BLE 5.4 (PAwR, EAD).
- Optimize throughput, latency, and low-power with RF active.
- Prepare OTA/DFU, NVM/bonding, keys, and a production checklist.

### Environnement du cours

- Cours théorique
  - Support de cours au format PDF (en anglais) et une version imprimée lors des sessions en présentiel
  - Cours dispensé via le système de visioconférence Teams (si à distance)
  - Le formateur répond aux questions des stagiaires en direct pendant la formation et fournit une assistance technique et pédagogique
- Activités pratiques
  - Les activités pratiques représentent de 40% à 50% de la durée du cours
  - Elles permettent de valider ou compléter les connaissances acquises pendant le cours théorique.
  - Exemples de code, exercices et solutions
  - Pour les formations à distance:
    - ▶ Un PC Linux en ligne par stagiaire pour les activités pratiques, avec tous les logiciels nécessaires préinstallés.
    - ▶ Le formateur a accès aux PC en ligne des stagiaires pour l'assistance technique et pédagogique
    - ▶ Certains travaux pratiques peuvent être réalisés entre les sessions et sont vérifiés par le formateur lors de la session suivante.
  - Pour les formations en présentiel:
    - ▶ Un PC (Linux ou Windows) pour les activités pratiques avec, si approprié, une carte cible embarquée.
    - ▶ Un PC par binôme de stagiaires s'il y a plus de 6 stagiaires.
  - Pour les formations sur site:
    - ▶ Un manuel d'installation est fourni pour permettre de préinstaller les logiciels nécessaires.
    - ▶ Le formateur vient avec les cartes cible nécessaires (et les ramène à la fin de la formation).
- Une machine virtuelle préconfigurée téléchargeable pour refaire les activités pratiques après le cours
- Au début de chaque session (demi-journée en présentiel) une période est réservée à une interaction avec les stagiaires pour s'assurer que le cours répond à leurs attentes et l'adapter si nécessaire

### Audience visée

- Tout ingénieur ou technicien en systèmes embarqués possédant les prérequis ci-dessus.

# Plan du cours

## Day 1

### SoC & wireless overview

- Cortex-M33 core (app + BLE stack in single core).
- Memory map & RF shares.
- Radio supply (SMPS/LDO).
- TX power path & limits.
- Board RF layout notes.

**Exercise :** Stack/version check

### Project bring-up (CubeWBA)

- CubeWBA package layout.
- MX config for clocks/GPIO.
- Minimal BLE app skeleton.
- Assert/log policy.
- Build & debug checklist.

**Exercise :** App skeleton

### Clocking & RF setup

- HSE/LSE choices.
- PLL to SYSCLK.
- RF timing sources.
- CCIPR selectors.
- MCO for validation.

**Exercise :** MCO verify

### BLE GAP basics

- Roles: peripheral/central.
- Advertising parameters.
- Scan & connect flow.
- PHY select (1M/2M/Coded).
- Conn params update.

**Exercise :** Peripheral advert

### GATT basics

- Services & characteristics.
- UUIDs (16/128-bit).
- Properties & CCCD.
- MTU exchange.
- Read/write ops.

**Exercise :** Custom service

### Security & privacy

- Pairing/bonding (LESC).
- Passkey/Numeric Compare.
- Re-pair vs re-use bonds.

- Privacy (RPA) basics.
- Key store/NVM notes.

**Exercise :** Bond & resume

## Day 2

### Notifications & throughput

- Notify vs indicate.
- ATT\_MTU & data length.
- App buffering strategy.
- Connection interval impact.
- Error/retry counters.

**Exercise :** Notify meter

### Extended & Periodic Advertising

- Extended ADV sets.
- PHY/Tx power per set.
- Periodic ADV (PA sync).
- Sync loss handling.
- App timing notes.

**Exercise :** Periodic scan

### BLE 5.4 features (focus)

- PAwR concept & roles.
- Subevents & responses.
- EAD (encrypted ADV).
- Scheduling constraints.
- Practical use cases.

**Exercise :** PAwR demo

### PHY & range options

- 1M vs 2M trade-offs.
- Coded PHY (S=2/S=8).
- TX power steps.
- RSSI/SNR hints.
- Basic link budget.

**Exercise :** Coded PHY walk

### Central role (scanner/client)

- Filtered scanning.
- Auto-connect policy.
- GATT discovery.
- Client reads/writes.
- Multi-link basics.

**Exercise :** Simple central

## Day 3

### Power profiles with RF

- Idle vs advertising vs connected.
- Conn interval/latency effects.

- PHY & Tx power impact.
- Sleep policies & wake.
- Measurement method.

**Exercise :** Power sweep

## **OTA/DFU workflow**

- App OTA over BLE.
- Image slots & versioning.
- Rollback basics.
- Failure recovery plan.
- Minimal release notes.

**Exercise :** OTA update

## **NVM & keys**

- Bond/key storage.
- Privacy data handling.
- App params in Flash.
- Wear considerations.
- Backup/erase policy.

**Exercise :** Persist check

## **RF & production notes**

- Antenna keep-outs.
- Match network hints.
- Crystal accuracy.
- Tx power/regulatory.
- Coexistence basics.

**Exercise :** RSSI sweep

## **Robustness checklist (wrap-up)**

- Stack version fixed.
- BD\_ADDR policy set.
- Error counters logged.
- Low-power numbers saved.
- Version/CRC tags added.

**Exercise :** Self-audit sheet