



## STR21 - STM32WL (Sub-GHz/LoRa)

*This course describe the WL (Sub-GHz/LoRa) architecture and practical examples*

### Objectives

- Understand STM32WL SoC (Cortex-M4 + integrated Sub-GHz radio).
- Bring up CubeWL projects (SubGHz\_Phy, LoRaWAN middleware).
- Configure RCC, RF clocks, SMPS/VDDPA, and RF paths.
- Build LoRa PHY links (SF/BW/CR, CAD, RX/TX).
- Deploy LoRaWAN Class A (OTAA/ABP), ADR, MAC cmds, downlinks.
- Apply low-power with radio; measure and tune current.
- Handle keys/NVM, region params, production RF checks.

### 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.

# Course Outline

## Day 1

### STM32WL SoC & radio overview

- Cortex-M4 core basics.
- Radio subsystem blocks.
- RFO\_LP vs RFO\_HP paths.
- SMPS / VDDPA roles.
- RF pins & routing.

**Exercise :** SoC & RF map

### Project bring-up (CubeWL)

- Package structure (Drivers/MW).
- SubGHz\_Phy vs LoRaWAN.
- Board/clock templates.
- Minimal UART/LED setup.
- Build & debug checks.

**Exercise :** App skeleton

### RCC & RF clocking

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

**Exercise :** Clock profiles

### RF front-end & power

- TX power config steps.
- RFO\_LP/H Pout ranges.
- DC-DC vs LDO impact.
- Antenna match notes.
- PA ramp & duty cycle.

**Exercise :** TX power table

### LoRa PHY basics

- SF / BW / CR fields.
- Preamble & sync word.
- CAD / RX timeout.
- Payload length limits.
- CRC/Invert IQ flags.

**Exercise :** PHY ping-pong

### SUBGHZ driver & events

- Radio state machine.
- IRQs: TX done / RX done.
- Timeouts & errors.

- TX/RX scheduling.
- Simple CLI prints.

**Exercise :** Event logger

## Day 2

### LoRaWAN stack (Class A)

- Project layout (MW/LmHandler).
- Join flow OTAA.
- ABP fallback basics.
- RX1/RX2 windows.
- Confirmed vs unconfirmed.

**Exercise :** Join + uplink

### Regions & channels

- EU868 vs US915 notes.
- Channels & sub-bands.
- Dwell time/duty cycle.
- LinkADRReq handling.
- Data rate plan.

**Exercise :** Region switch

### ADR & downlinks

- ADR enable/disable.
- SNR/RSSI reporting.
- Rx win params tuning.
- Confirmed retry policy.
- App port mapping.

**Exercise :** Downlink LED

### Security & keys

- Keys & key derivation.
- DevEUI policy (from UID).
- NVM/bond storage.
- Reset and rejoin rules.
- Basic key hygiene.

**Exercise :** Key store check

### Sensors & payloads

- Simple sensor interface.
- Payload encode/FRMPayload.
- FPort selection.
- Uplink interval policy.
- Error counters.

**Exercise :** Temp uplink

## Day 3

### Low-power with radio

- Sleep/Stop policies.
- Radio sleep/standby.

- RTC tickless scheme.
- Wake sources & latency.
- Measurement method.

**Exercise :** LP profiles

## Range & link budget

- RSSI/SNR basics.
- SF/BW impact.
- Antenna orientation.
- TX power vs battery.
- Simple path-loss model.

**Exercise :** Range walk

## FSK mode (alt PHY)

- Freq dev & bit-rate.
- Preamble & filter.
- Packet format.
- CRC settings.
- Sensitivity trade-off.

**Exercise :** FSK ping

## Downlink control & MAC cmds

- LinkADRReq/DevStatusReq.
- DutyCycleReq basics.
- RXParamSetupReq.
- NewChannelReq.
- Error handling.

**Exercise :** MAC trace

## OTA/DFU workflow

- Boot/slots concept.
- Image versioning.
- Failure recovery.
- Rollback notes.
- Basic script use.

**Exercise :** App OTA (demo)

## Production checklist (wrap-up)

- Region & channels fixed.
- TX power & duty policy.
- Keys/NVM procedure.
- RF test points noted.
- UID/serial/CRC tags.

**Exercise :** Self-audit