

# Atelier

## *Directive pour les équipements radio*

**C.Alayrac – 26/01/2023 – 1,0**

*Réf du document : Atelier\_Directives\_Equipements\_Radio\_V1p0\_20230126*

**Le CRT CRESITT est soutenu par :**



L'action de diffusion technologique est cofinancée par l'Union européenne.  
L'Europe s'engage en région Centre-Val de Loire avec le Fonds européen de développement régional.

- Les différents tests
- Module certifié, quels tests passer?
- Modes conduits et/ou rayonnés :  
comment préparer mon produit ?

La directive européenne 2014/53/UE dite RED (Radio Equipment Directive) :

- harmonise les réglementations des États membres de l'Union européenne afin de permettre la libre circulation des **équipements radioélectriques** en son sein.
- est une refonte importante de la directive R&TTE qu'elle a abrogée depuis le 13 juin 2016

Principales différences entre les directives RED et RTTE

- *Champ des équipements radioélectriques concernés.*
- *Extension des responsabilités à tous les acteurs économiques.*  
(directive 1999/05/CE du 9 mars 1999)
- *Renforcement des compétences de l'ANFR en matière de pouvoir d'enquête et de sanctions administratives.*

La directive RED est transposée en droit français par les textes :

- *Loi n°2015-990 du 6 août 2015 pour la croissance, l'activité et l'égalité des chances.*
- *Ordonnance n°2016-493 du 21 avril 2016 relative à la mise sur le marché d'équipements radioélectriques.*
- *Décret n°2017-599 du 21 avril 2017 relatif à la mise à disposition sur le marché des équipements radioélectriques.*
- *Instruction administrative du 18 août 2016 concernant la procédure de notification des organismes notifiés au titre de la directive 2014/53/UE relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant la mise à disposition sur le marché d'équipements radioélectriques.*

## Elle fait référence à 173 normes harmonisées

Legislation reference (A)	ESO (B)	Reference number of the standard (C)	Title of the standard (D)	Date of start of presumption of conformity (1)	OJ reference for publication in OJ (2)	Restriction (3)	Date of start of presumption of conformity with restriction (4)	OJ reference for publication of a restriction in OJ (5)	Date of withdrawal from OJ (end of presumption of conformity) (6)	OJ reference for withdrawal from OJ (7)
			3.2 of the R&TTE Directive							
2014/53/EU	ETSI	<del>EN 300 328 V2.1.1</del>	Wideband transmission systems; Data transmission equipment operating in the 2,4 GHz ISM band and using wide band modulation techniques; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU	13/01/2017	OJ C 011 - 13/01/2017	-	-	-	06/08/2021	OJ L 034 - 06/02/2020
2014/53/EU	ETSI	EN 300 328 V2.2.2	Wideband transmission systems; Data transmission equipment operating in the 2,4 GHz band; Harmonised Standard for access to radio spectrum				-	-	-	-

Wideband transmission systems;  
Data transmission equipment  
operating in the 2,4 GHz band;  
Harmonised Standard for access  
to radio spectrum

EN 300 328 V2.2.2



2014/53/EU

Table A.1: Relationship between the present document and the essential requirements of Directive 2014/53/EU [i.1]

Harmonised Standard ETSI EN 300 328					
Requirement				Requirement Conditionality	
No	Description	Essential requirements of Directive	Clause(s) of the present document	U/C	Condition
1	RF Output Power	3.2	4.3.1.2 or 4.3.2.2	U	
2	Power Spectral Density	3.2	4.3.2.3	C	Only for non-FHSS equipment
3	Duty cycle, Tx-Sequence, Tx-gap	3.2	4.3.1.3 or 4.3.2.4	C	Only for non-Adaptive equipment
4	Accumulated Transmit time, Frequency Occupation & Hopping Sequence	3.2	4.3.1.4	C	Only for FHSS equipment
5	Hopping Frequency Separation	3.2	4.3.1.5	C	Only for FHSS equipment
6	Medium Utilization	3.2	4.3.1.6 or 4.3.2.5	C	Only for non-Adaptive equipment
7	Adaptivity	3.2	4.3.1.7 or 4.3.2.6	C	Only for Adaptive equipment
8	Occupied Channel Bandwidth	3.2	4.3.1.8 or 4.3.2.7	U	
9	Transmitter unwanted emissions in the OOB domain	3.2	4.3.1.9 or 4.3.2.8	U	
10	Transmitter unwanted emissions in the spurious domain	3.2	4.3.1.10 or 4.3.2.9	U	
11	Receiver spurious emissions	3.2	4.3.1.11 or 4.3.2.10	U	
12	Receiver Blocking	3.2	4.3.1.12 or 4.3.2.11	U	
13	Geo-location capability	3.2	4.3.1.13 or 4.3.2.12	C	Only for equipment with geo-location capability

Applicable :  
U sans condition  
C sous condition

- CE+CE n'assure pas nécessairement le CE de l'ensemble (surtout CEM, Radio et sécurité)
- Les exigences essentielles s'appliquent toujours sur le système **complet fini**
- Une Analyse de Risque peut répondre à la question de la conformité de l'ensemble
- Equipement transformé ou modifié après la mise en service  
→ considéré comme un nouveau produit
- Produit modifié, vendu sous une autre marque que celle du fabricant  
→ considéré comme un nouveau produit

- Procédures d'évaluation de conformité (CEM et sécurité):
  - Annexe II : Contrôle de production interne (assuré par le fabricant)
  - Annexe III : Examen UE de type par un Organisme Notifié (ON)  
+ conformité au type basé sur le contrôle interne de fabrication
  - Annexe IV : Assurance complète de la Qualité par un ON
- Procédures d'évaluation de conformité (Radio)
  - Si les normes harmonisées ont été appliquées dans leur **intégralité** :
    - Contrôle interne de la fabrication
    - ou examen UE de type (ON)
    - ou assurance complète de la Qualité (ON)
  - Si application partielle des normes harmonisées, ou application de normes non harmonisées :
    - examen UE de type (ON)
    - ou assurance complète de la Qualité (ON)

- **Liens internet Europe / organismes :**

[www.cept.org](http://www.cept.org)

[www.cept.org/ecc](http://www.cept.org/ecc)

[www.cept.org/eco](http://www.cept.org/eco)

[www.cept.org/com-itu](http://www.cept.org/com-itu)

<http://rspg-spectrum.eu/>

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/radio-spectrum-committee-rsc>

[http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/index_en.htm)

- **Documentation CEPT (doc-database):**

<https://docdb.cept.org/>

- **Base de donnée Radio Europe:**

<https://efis.cept.org>

- **France:**

[www.arcep.fr](http://www.arcep.fr)

[www.anfr.fr](http://www.anfr.fr)

[www.journal-officiel.gouv.fr](http://www.journal-officiel.gouv.fr)

- Intégration d'un module radio dans l'équipement:
    - ensemble « à part » du système ou est rapporté détachable
      - *les deux parties peuvent être évaluées séparément.*
- Ex : dongle radio USB, module Radio sur bus PCI...
- Note :
- *l'opérateur économique qui met cet accessoire sur le marché à la responsabilité du test du produit de manière exhaustive, en présence de différents systèmes hôtes, doit préciser dans ses instructions les différents environnements d'intégration possibles, les précautions à respecter.*
- Le « plug-in » Radio est testé selon sa norme Radio appropriée.
- *une copie du ou des rapports Radio ou du certificat RED du « plug-in » doit être reporté dans le dossier de conformité de l'ensemble*
- relié de manière fixe à l'équipement hôte (vissé, soudé, etc....)
  - *considéré comme un nouveau produit*
- plusieurs cas de figures (voir planche suivante)*

Module radio relié de manière fixe à l'équipement hôte (suite) :

- aucune preuve de conformité à la RED ne peut être obtenue :  
Les essais Radio doivent être faits complètement !  
(C'est le cas de certaines cartes d'évaluations!)
- les preuves de conformité à la RED existent (*Ne pas oublier de les vérifier !*):
  - Design d'antenne non modifié (type d'antenne & adaptation)  
antenne intégrée sur le PCB, déportée ou dédiée (conforme spécifications du fabricant !)
    - *Les essais radio peuvent être effectués de manière partielle*
    - Implique un dossier d'examen UE de type auprès d'un ON
  - Design d'antenne et/ou adaptation modifiés :
    - Il est préférable de refaire les essais complètement
    - (donc pas d'examen UE de type nécessaire à la suite ...)

- Documents applicables aux équipements intégrant un composant soumis à la directive RED
- **TGN 1 (draft rev05)**  
Technical Guidance Note on Requirements for a Final Product that Integrates an R&TTE Directive Assessed Radio Module
  - **ETSI Technical Report ETSI TR102 070 :**  
Guide to the application of harmonised standards to multi-radio and combined radio and non-radio equipment
    - Part 1: Electromagnetic Compatibility
    - Part 2: Effective use of the radio frequency spectrum
  - **ETSI guide EG 203367 V1.1.1 :**  
Guide to the application of harmonised standards covering articles 3.1b and 3.2 of the Directive 2014/53/EU (RED) to multi-radio and combined radio and non-radio equipment



- Bluetooth est un standard qui a commencé chez Ericsson en 1998  
Spécifications disponibles sur le site Bluetooth.com  
7 volumes, plus de 3000 pages !!!
- On peut être membre « adopter » (gratuit) ou associé (7500\$ min/an) :  
<https://www.bluetooth.com/develop-with-bluetooth/join/membership-benefits/>
- Utilisation de la marque  
[https://www.bluetooth.com/wp-content/uploads/2022/06/Brand-Guide-for-Bluetooth-Trademarks\\_Jun2022.pdf](https://www.bluetooth.com/wp-content/uploads/2022/06/Brand-Guide-for-Bluetooth-Trademarks_Jun2022.pdf)

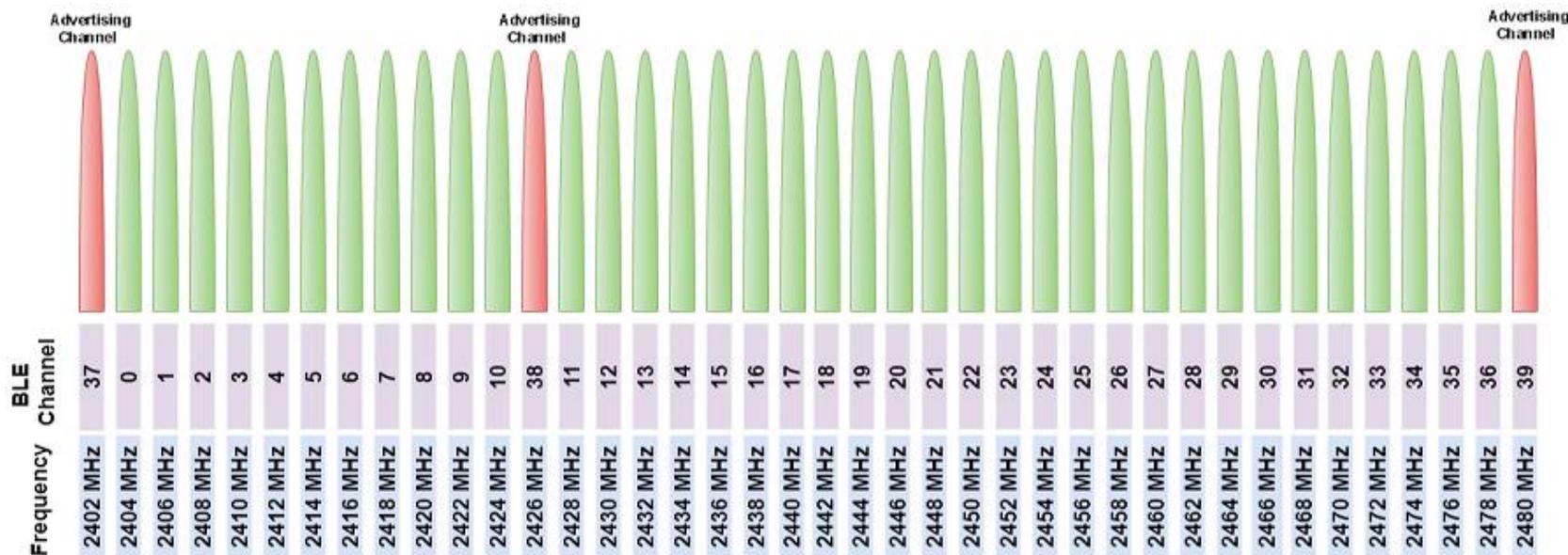
- Bluetooth est un standard qui a commencé chez Ericsson en 1998  
Spécifications disponibles sur le site Bluetooth.com  
7 volumes, plus de 2800 pages !!!
- On peut être membre « adopter » (gratuit) ou associé (7500\$ min/an) :  
<https://www.bluetooth.com/develop-with-bluetooth/join/membership-benefits/>
- Utilisation de la marque  
[https://www.bluetooth.com/wp-content/uploads/2022/06/Brand-Guide-for-Bluetooth-Trademarks\\_Jun2022.pdf](https://www.bluetooth.com/wp-content/uploads/2022/06/Brand-Guide-for-Bluetooth-Trademarks_Jun2022.pdf)
- Objectif  
être la technologie radio avec la plus faible consommation possible,  
autonomie de plusieurs années avec une pile CR2032



- Contraintes techniques :
- capacité ~ 230 mAh
  - - 20 % à 0°C
  - I<sub>pk</sub> < 15 mA

Canaux fréquentiels 2402 Mhz à 2480 Mhz espacé de 2MHz

- ↳ 40 : 3 pour l'advertising
- ↳ 37 pour l'échange de données
- ↳ Frequency Division Multiple Access (FDMA)
- ↳ Time Division Multiple Access (TDMA)



src: mathworks

- ↳ Modulation GFSK @ 1Mbps
- ↳ Clock Precision:
  - ± 50 ppm in active mode / jitter < 2 μs
  - Maximum ± 500 ppm in low power mode / jitter < 16 μs
- ↳ Frequency Drift within a packet
  - ± 50 kHz
  - 400 Hz/μs
- ↳ Tx Power in [-20dBm : Pmax dBm]

TABLE 3.1:

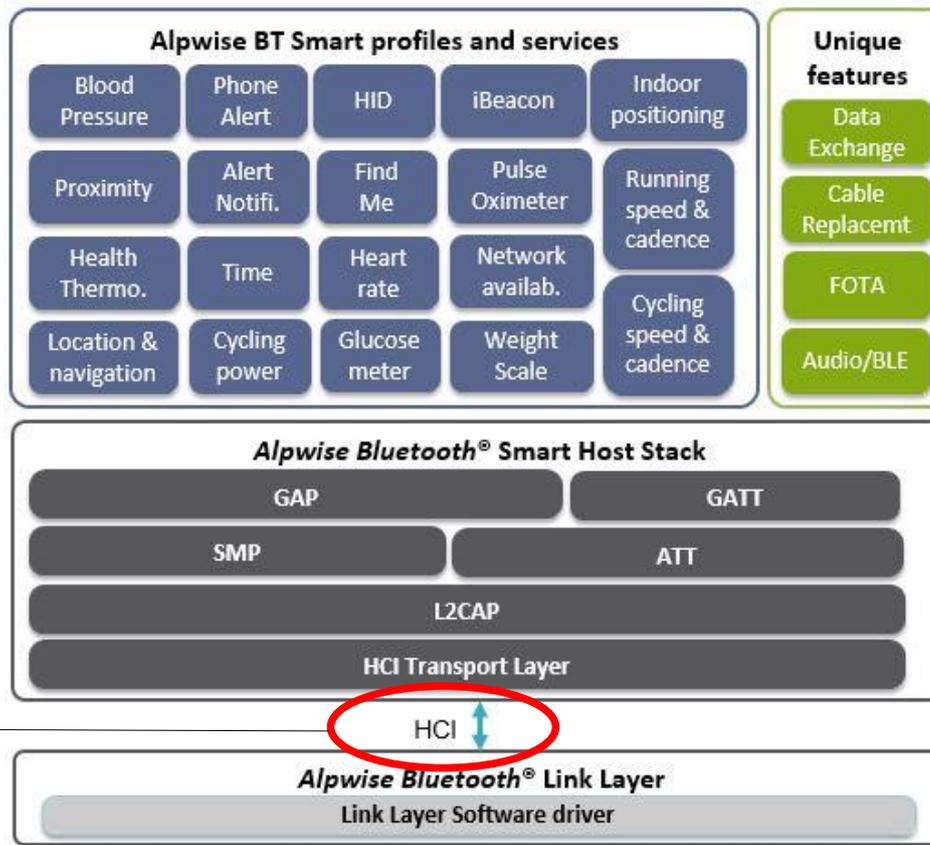
Power Class	Requirements
1	100 mW (+20 dBm) ≥ P <sub>max</sub> > 10 mW (+10 dBm)
1.5	10 mW (+10 dBm) ≥ P <sub>max</sub> > 2.5 mW (+4 dBm)
2	2.5 mW (+4 dBm) ≥ P <sub>max</sub> > 1 mW (0 dBm)
3	1 mW (0 dBm) ≥ P <sub>max</sub> ≥ 0.01 mW (-20 dBm)

BLE 4.2

Table 3.1: LE PHY power classes

- ↳ Rx sensitivity: BER < 0.1% @ -70 dBm
- ↳ Frequency Hopping driven by
  - Reduced data channel selection algorithm
  - Data channel remapping if selected channel is not in the channel map list

## Protocole BLE déployé



src: alpwie

## Direct Test Mode

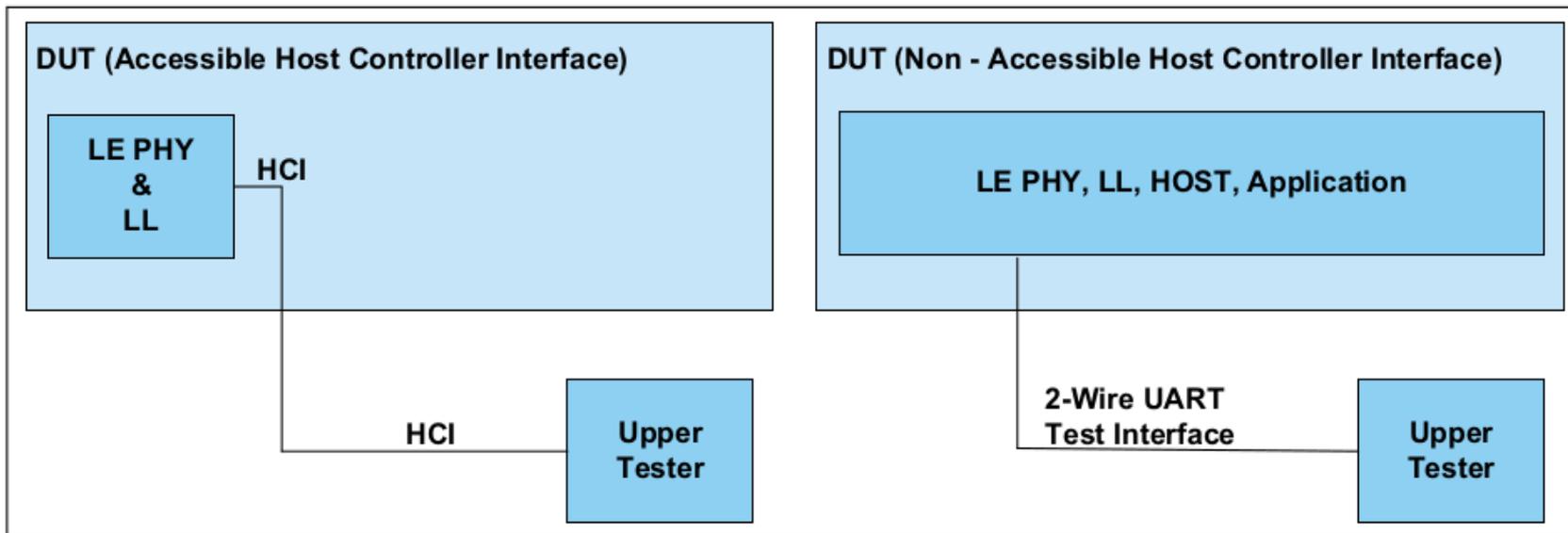


Figure 1.1: Setup alternatives for LE **Direct Test Mode**: Designs with accessible HCI (left) and designs without accessible HCI (right)

src: alpwie

## Direct Test Mode

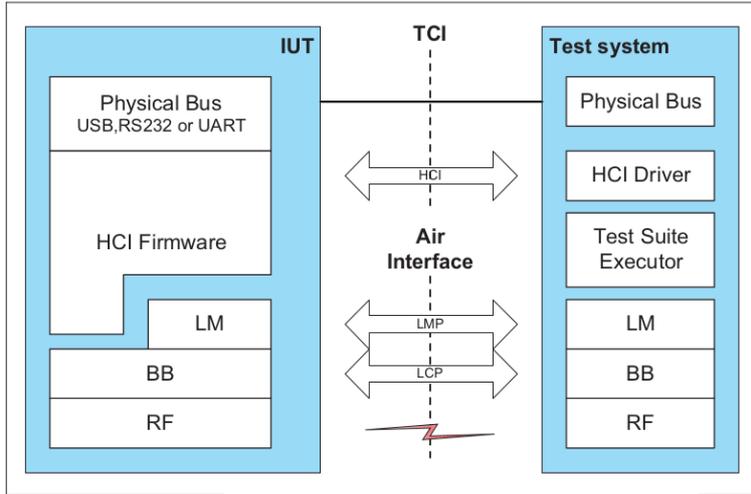


Figure 2.5: General test se

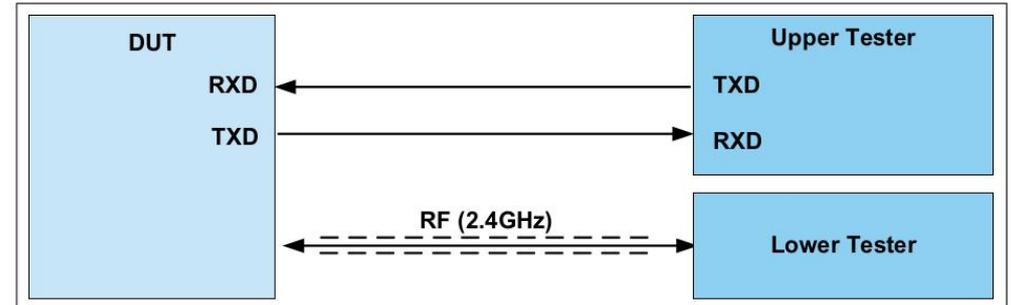


Figure 1.2: RF PHY test setup for **Direct Test Mode** (UART control)

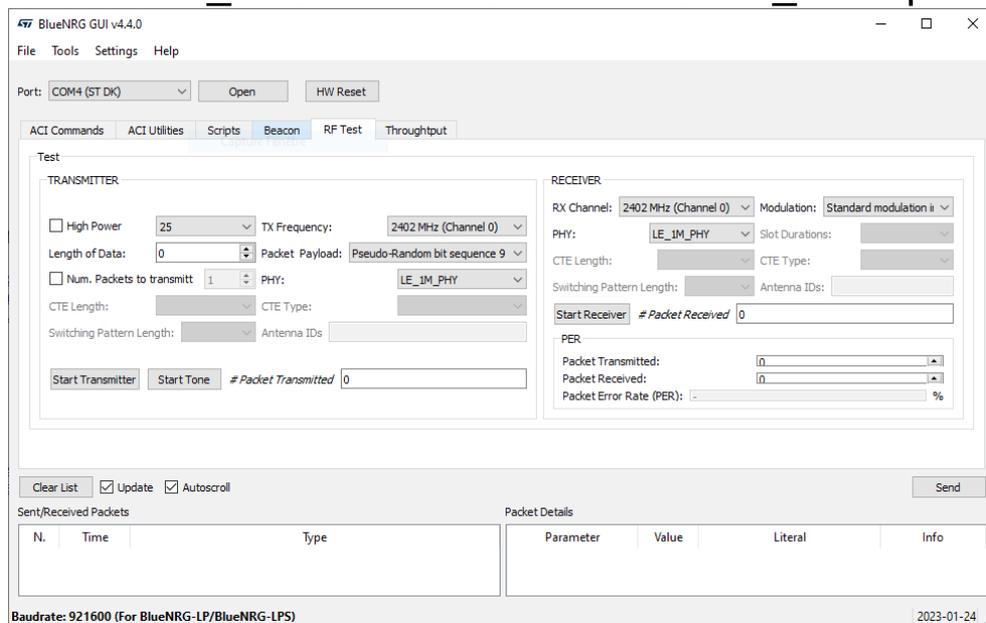


R&S®CMW270 wireless connectivity tester

## Direct Test Mode

La plupart des fabricants fournissent des applications pour le mode DTM.

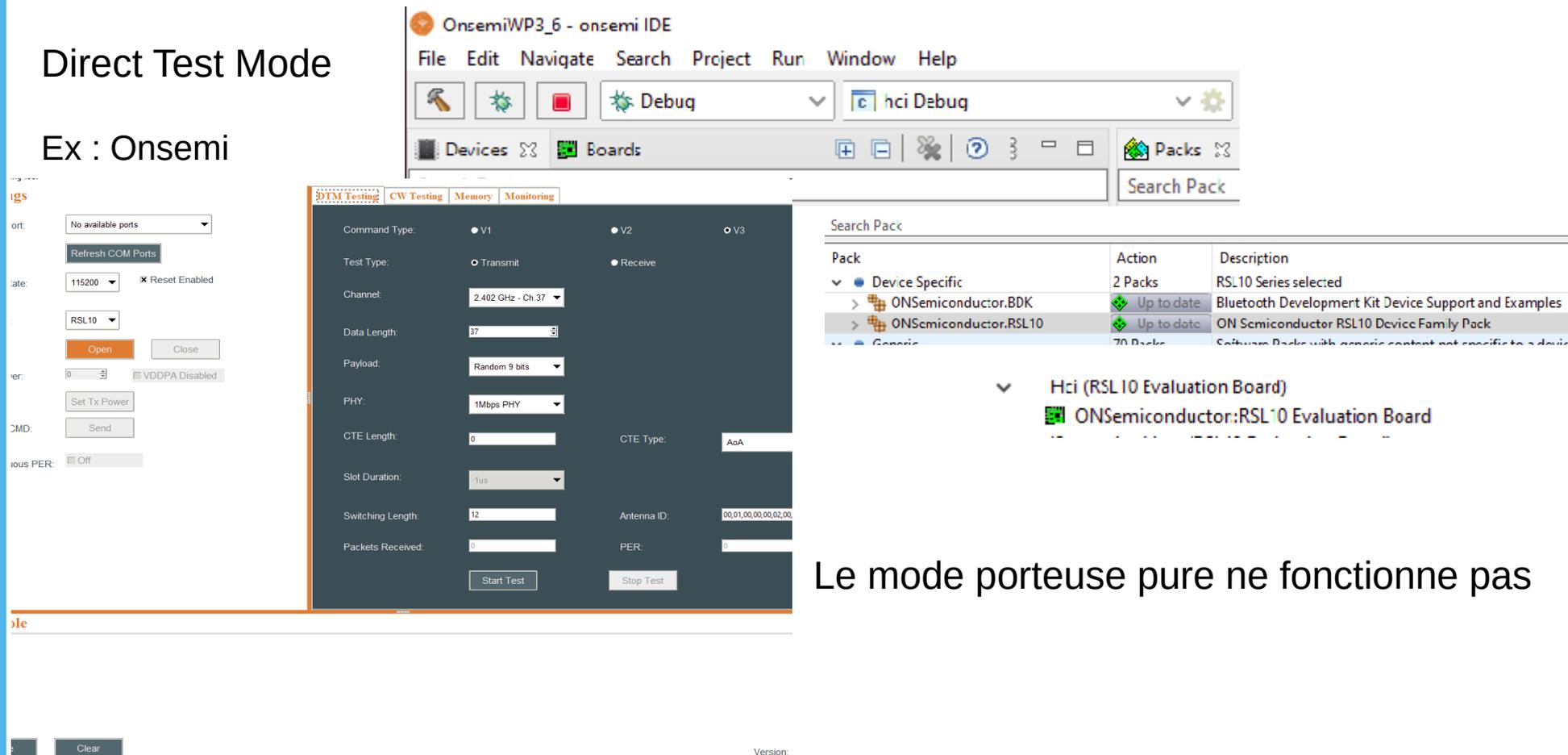
Ex : ST \BlueNRG-LP\_LPS DK 1.2.0/Firmware/BLE\_Examples/DTM



-  DTM\_SPI.bin
-  DTM\_SPI.hex
-  DTM\_SPI\_FOR\_UPDATER.bin
-  DTM\_SPI\_FOR\_UPDATER.hex
-  DTM\_SPI\_WITH\_UPDATER.bin
-  DTM\_SPI\_WITH\_UPDATER.hex
-  **DTM\_UART.bin**
-  DTM\_UART.hex
-  DTM\_UART\_FOR\_UPDATER.bin
-  DTM\_UART\_FOR\_UPDATER.hex
-  DTM\_UART\_WITH\_UPDATER.bin
-  DTM\_UART\_WITH\_UPDATER.hex

## Direct Test Mode

Ex : Onsemi



The screenshot shows the Onsemi IDE interface for Direct Test Mode. The main window is titled "OnsemiWP3\_6 - onsemi IDE" and has a menu bar with File, Edit, Navigate, Search, Project, Run, Window, and Help. Below the menu bar is a toolbar with icons for a hammer, a gear, a red stop button, and a green play button. The "Debug" menu is open, showing "hci Debug" selected. Below the toolbar is a "Devices" and "Boards" section with a search bar and a "Search Pack" button.

The "Direct Test Mode" configuration window is open, showing the following settings:

- Command Type: V1 (selected), V2, V3
- Test Type: Transmit (selected), Receive
- Channel: 2.402 GHz - Ch.37
- Data Length: 37
- Payload: Random 9 bits
- PHY: 1Mbps PHY
- CTE Length: 0, CTE Type: AoA
- Slot Duration: 1us
- Switching Length: 12, Antenna ID: 00,01,00,00,00,02,00
- Packets Received: 0, PER: 0

Buttons for "Start Test" and "Stop Test" are visible at the bottom of the configuration window.

The "Search Pack" window is also open, showing a table of search results:

Pack	Action	Description
Device Specific	2 Packs	RSL10 Series selected
ON Semiconductor.BDK	Up to date	Bluetooth Development Kit Device Support and Examples
ON Semiconductor.RSL10	Up to date	ON Semiconductor RSL10 Device Family Pack
Generic	70 Packs	Software Packs with generic content not specific to a device
Hci (RSL10 Evaluation Board)		
ON Semiconductor:RSL10 Evaluation Board		

Le mode porteuse pure ne fonctionne pas

## BlueNRG-LP



RX sensitivity (1 Mbps): -97dBm  
Transmitting Power: 20 to +8dBm



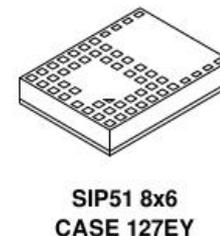
## RSL10



Rx Sensitivity (1 Mbps): -94dBm  
Transmitting Power: -17 to +6dBm



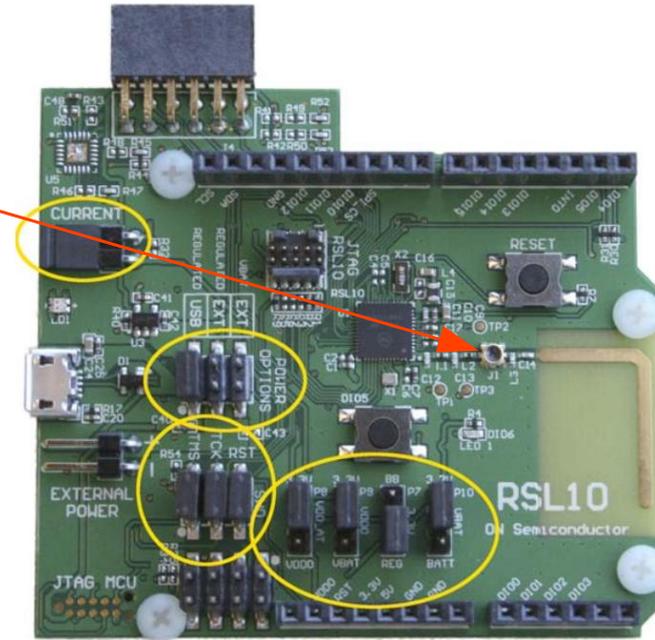
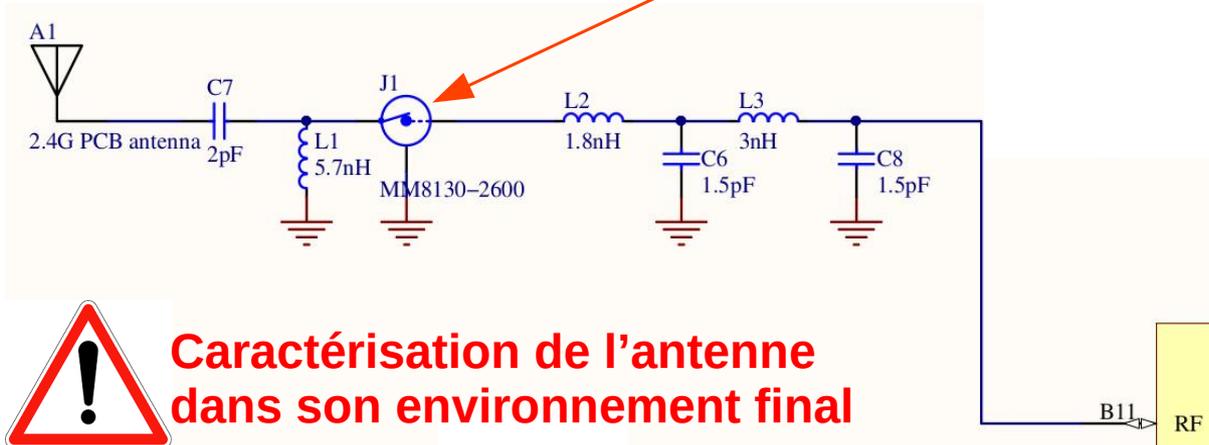
## RSL10 SIP



Rx Sensitivity (1 Mbps): -93dBm  
Transmitting Power: -17 to 0dBm



- Module SIP & Carte avec antenne intégrée non connectée
  - ↳ Essai de certification en mode rayonnée
- Carte avec antenne externe ou **accès connecté**
  - ↳ Essai de certification en mode conduit possible
  - ↳ On doit fournir le gain de l'antenne



## Receiver Category (4.2.3)

- non-adaptive equipment with a Medium Utilization (MU) factor greater than 1 % and less than or equal to 10 % (irrespective of the maximum RF output power);
- equipment (adaptive or non-adaptive) with a maximum RF output power greater than 0 dBm e.i.r.p. and less than or equal to 10 dBm e.i.r.p.

Requirements for other types of Wideband Data Transmission equipment (non-FHSS equipment) (4.3.2)

↳ Occupied Channel Bandwidth (4.3.2.7)

### Definition :

The Occupied Channel Bandwidth is the bandwidth that contains 99 % of the power of the signal.

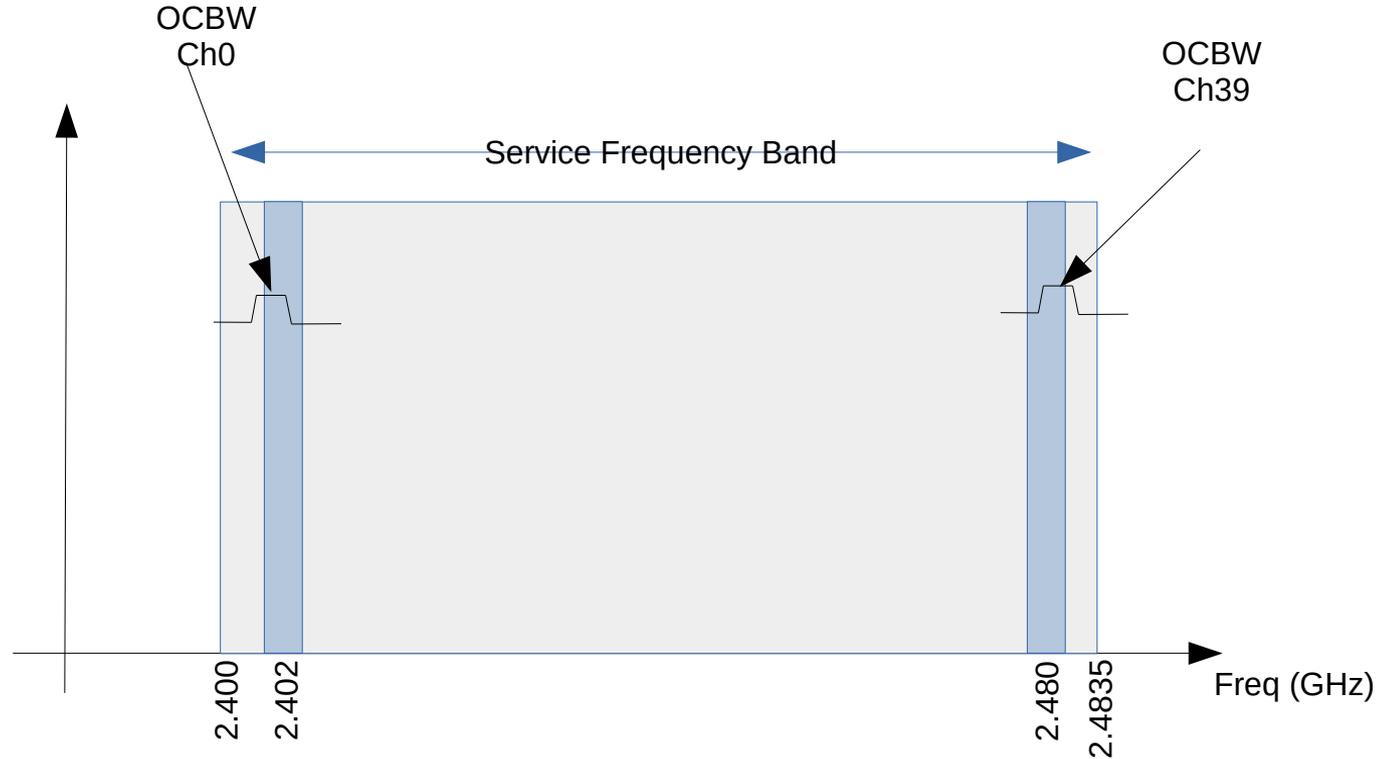
### Limits

The Occupied Channel Bandwidth shall be within the band given in table 1.

**Table 1: Service frequency bands**

	<b>Service frequency bands</b>
Transmit	2 400 MHz to 2 483,5 MHz
Receive	2 400 MHz to 2 483,5 MHz

- CF: Ch0 and Ch39
- RBW: ~ 1 % span
- VBW: 3 × RBW
- Span: 2 OCBW
- Detector Mode: RMS
- Trace Mode: Max Hold
- Sweep time: 1 s



## Receiver Category (4.2.3)

- non-adaptive equipment with a Medium Utilization (MU) factor greater than 1 % and less than or equal to 10 % (irrespective of the maximum RF output power);
- equipment (adaptive or non-adaptive) with a maximum RF output power greater than 0 dBm e.i.r.p. and less than or equal to 10 dBm e.i.r.p.

Requirements for other types of Wideband Data Transmission equipment (non-FHSS equipment) (4.3.2)

↳ Receiver Blocking (4.3.2.11)

### **Definition :**

Receiver blocking is a measure of the ability of the equipment to receive a wanted signal on its operating channel without exceeding a given degradation due to the presence of an unwanted input signal (blocking signal) at frequencies other than those of the operating band and spurious responses.

### **Performance Criteria**

For equipment that supports a PER or FER test to be performed, the minimum performance criterion shall be a PER or FER less than or equal to 10 %.

For equipment that does not support a PER or a FER test to be performed, the minimum performance criterion shall be no loss of the wireless transmission function needed for the intended use of the equipment.

## Limits

For equipment that supports a PER or FER test to be performed, the minimum performance criterion shall be a PER or FER less than or equal to 10 %.

For equipment that does not support a PER or a FER test to be performed, the minimum performance criterion shall be no loss of the wireless transmission function needed for the intended use of the equipment.

### Receiver Category 2

Wanted signal mean power from companion device (dBm) (see notes 1 and 3)	Blocking signal frequency (MHz)	Blocking signal power (dBm) (see note 3)	Type of blocking signal
(-139 dBm + 10 × log <sub>10</sub> (OCBW) + 10 dB) or (-74 dBm + 10 dB) whichever is less (see note 2)	2 380 2 504 2 300 2 584	-34	CW

$$139 + 10 * \log(10^6) + 10 = -69 \text{ dBm}$$

$$-74 + 10 = -64 \text{ dBm}$$

NOTE 1: OCBW is in Hz.

NOTE 2: In case of radiated measurements using a companion device and the level of the wanted signal from the companion device cannot be determined, a relative test may be performed using a wanted signal up to  $P_{\min} + 26 \text{ dB}$  where  $P_{\min}$  is the minimum level of wanted signal required to meet the minimum performance criteria as defined in clause 4.3.1.12.3 in the absence of any blocking signal.

NOTE 3: The level specified is the level at the UUT receiver input assuming a 0 dBi antenna assembly gain. In case of conducted measurements, this level has to be corrected for the (in-band) antenna assembly gain (G). In case of radiated measurements, this level is equivalent to a power flux density (PFD) in front of the UUT antenna with the UUT being configured/positioned as recorded in clause 5.4.3.2.2.

## Receiver Blocking (5.4.11)

### Test conditions

For blocking frequencies **less** than **2400MHz**, the equipment shall operate on the **lowest** operating channel.

For blocking frequencies greater than **2500MHz**, the equipment shall operate on the **highest** operating channel.

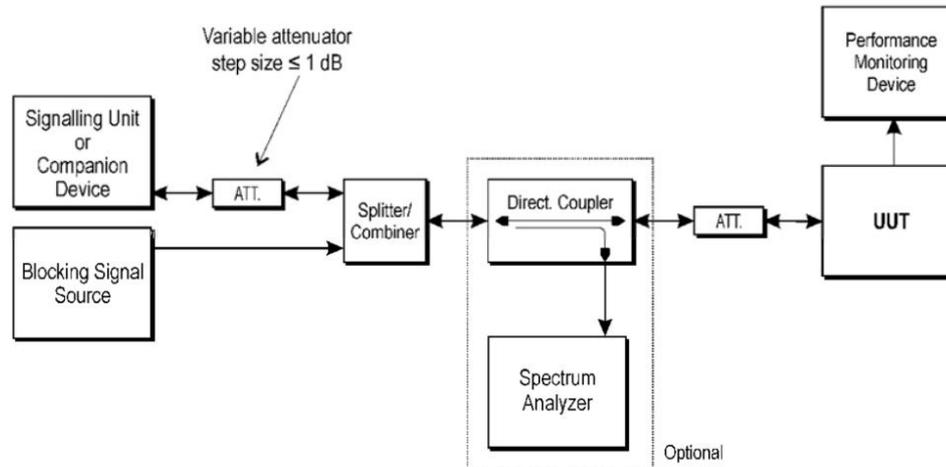


Figure 6: Test Set-up for receiver blocking

## Receiver Blocking (5.4.11)

### Test conditions

For blocking frequencies **less** than **2400MHz**, the equipment shall operate on the **lowest** operating channel.

For blocking frequencies greater than **2500MHz**, the equipment shall operate on the **highest** operating channel.

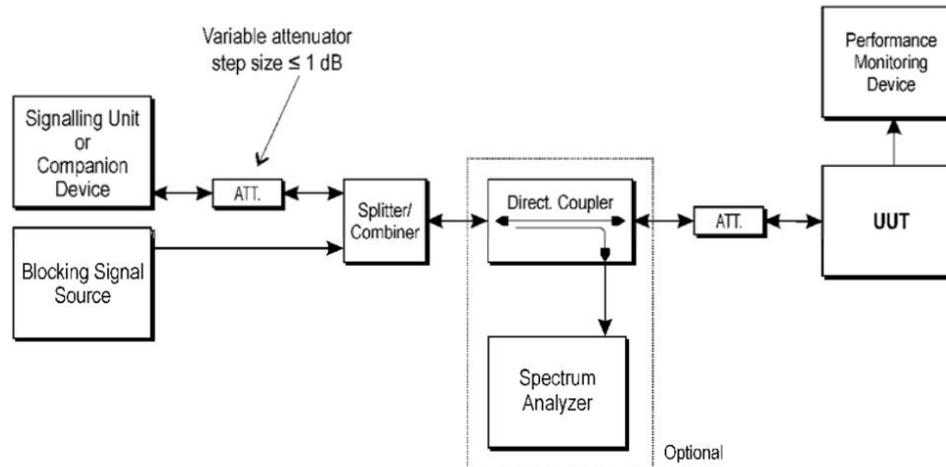


Figure 6: Test Set-up for receiver blocking

## Receiver Blocking (5.4.11)

**RECEIVER**

RX Channel: 2402 MHz (Channel 0) Mod

PHY: LE\_1M\_PHY Slot

CTE Length: CTE

Switching Pattern Length: Ant

Start Receiver # Packet Received 7905

**PER**

Packet Transmitted: 10000

Packet Received: 7905

Packet Error Rate (PER): 20.95 %

**TRANSMITTER**

High Power 0 TX Frequency: 2402 MHz (Channel 0)

Length of Data: 20 Packet Payload: Pseudo-Random bit sequence

Num. Packets to transmit 10000 PHY: LE\_1M\_PHY

CTE Length: CTE Type:

Switching Pattern Length: Antenna IDs

Start Transmitter Start Tone # Packet Transmitted 10000



## Frontline X240™ Wireless Protocol Analyzer Bluetooth (BR/EDR/LE)

Elisabeth PATOUILLARD / Christophe ALAYRAC

CRESITT Industrie, Lab'O, 1 avenue du Champ de Mars, CS 30019,  
45074 Orléans Cedex 2

02 38 69 82 60 / 06 95 12 51 76 / 07 67 29 56 40

Elisabeth.patouillard@cresitt.com / Christophe.Alayrac@cresitt.com

**Le CRT CRESITT est soutenu par :**

