

## Communication sans fil : Bilan de liaison

1– On réalise une comparaison entre WiFi et LoRa en essayant de mettre les deux appareils communicants dans les mêmes conditions :

5pts

- la **distance** qui sépare les deux appareils est de  $3\text{kms}$  ;
- les **connecteurs** et **câbles** utilisés pour brancher les antennes entraîne une perte de  $2\text{dB}$  ;
- les **antennes** de l'émetteur et du récepteur ont un gain de  $6\text{dBi}$  ;
- la **puissance de transmission** dans les deux cas est de  $20\text{dBm}$  ;
- la **sensibilité** du récepteur pour le WiFi est de  $-85\text{dB}$  ;
- dans les deux cas le **bilan de liaison** doit être supérieur à  $10\text{dB}$  pour permettre une communication entre les deux appareils ;

### Questions :

- a. Est-ce que la communication est possible en WiFi ?
- b. Est-ce que la communication est possible en LoRa avec une bande passante de  $250\text{KHz}$ , un SF de 7 ?
- c. Est-ce que la communication est possible en LoRa pour un SF de 12 et une bande passante de  $500\text{KHz}$  ?
- d. Pour une puissance de  $0\text{dBm}$  et avec les mêmes paramètres que pour la question b), à partir de quelle distance la communication n'est plus possible ?

Pour chaque réponse vous détaillerez votre calcul.

LoRa	Sensibilité									
bandwidth	7800	10400	15600	20800	31200	41700	62500	125000	250000	500000
SF6	-132	-131	-129	-128	-125	-124	-121	-118	-115	-112
SF7	-135	-134	-132	-131	-129	-128	-126	-123	-120	-117
SF8	-139	-138	-136	-135	-133	-131	-129	-126	-123	-120
SF9	-142	-141	-139	-138	-136	-134	-132	-129	-126	-123
SF10	-145	-143	-142	-140	-138	-137	-135	-132	-129	-126
SF11	-147	-145	-144	-142	-141	-139	-138	-135	-132	-129
SF12	-149	-148	-146	-145	-143	-142	-140	-137	-134	-131

2 – Calculer le «Link Budget» dans le cas d'un composant nRF24L01 avec les données suivantes :

### Key Features

- Worldwide 2.4GHz ISM band operation
  - 250kbps, 1Mbps and 2Mbps on air data rates
  - Ultra low power operation
  - 11.3mA TX at 0dBm output power
  - 13.5mA RX at 2Mbps air data rate
  - 900nA in power down
  - 26µA in standby-I
  - On chip voltage regulator
  - 1.9 to 3.6V supply range
  - Enhanced ShockBurst™
  - Automatic packet handling
  - Auto packet transaction handling
  - 6 data pipe MultiCeiver™
  - Drop-in compatibility with nRF24L01
  - On-air compatible in 250kbps and 1Mbps with nRF2401A, nRF2402, nRF24E1 and nRF24E2
  - Low cost BOM
  - ±60ppm 16MHz crystal
  - 5V tolerant inputs
  - Compact 20-pin 4x4mm QFN package
- Radio
    - ▶ Worldwide 2.4GHz ISM band operation
    - ▶ 126 RF channels
    - ▶ Common RX and TX interface
    - ▶ GFSK modulation
    - ▶ 250kbps, 1 and 2Mbps air data rate
    - ▶ 1MHz non-overlapping channel spacing at 1Mbps
    - ▶ 2MHz non-overlapping channel spacing at 2Mbps
  - Transmitter
    - ▶ Programmable output power: 0, -6, -12 or -18dBm
    - ▶ 11.3mA at 0dBm output power
  - Receiver
    - ▶ Fast AGC for improved dynamic range
    - ▶ Integrated channel filters
    - ▶ 13.5mA at 2Mbps
    - ▶ -82dBm sensitivity at 2Mbps
    - ▶ -85dBm sensitivity at 1Mbps
    - ▶ -94dBm sensitivity at 250kbps
  - RF Synthesizer
    - ▶ Fully integrated synthesizer
    - ▶ No external loop filter, VCO varactor diode or resonator
    - ▶ Accepts low cost ±60ppm 16MHz crystal
  - Enhanced ShockBurst™
    - ▶ 1 to 32 bytes dynamic payload length
    - ▶ Automatic packet handling
    - ▶ Auto packet transaction handling
    - ▶ 6 data pipe MultiCeiver™ for 1:6 star networks

a. Expliquez cette information tirée de la documentation :

D'après la documentation...

*The air data rate is the modulated signaling rate the nRF24L01+ uses when transmitting and receiving data. It can be 250kbps, 1Mbps or 2Mbps. Using lower air data rate gives better receiver sensitivity than higher air data rate. But, high air data rate gives lower average current consumption and reduced probability of on-air collisions.*

D'après la documentation du composant nRF24L01, la puissance du « transmitter » est à choisir entre les valeurs suivantes :

dBm	0	-6	-12	-18
mW				

- b. Donnez la puissance en mW pour chacune de ces valeurs.
- c. On veut communiquer avec la puissance maximum suivant un débit de 250kbps, calculez la **distance maximale** du « link budget » de la communication sachant que :
- ◊ le « link margin » doit être de 20dBm pour une communication fiable en GFSK ;
  - ◊ le « Tx antenna gain » et le « Rx antenna gain » sont de 9dBi ;
  - ◊ le « cable loss » est de 2dB
- d. Que devient cette distance maximale si on passe à un débit de 2Mbps ?
- e. Recalculez la distance en présence :
- ◊ de deux murs à traverser ;
  - ◊ d'un mur et d'un plafond en béton.