

## Communication sans fil : Bilan de liaison

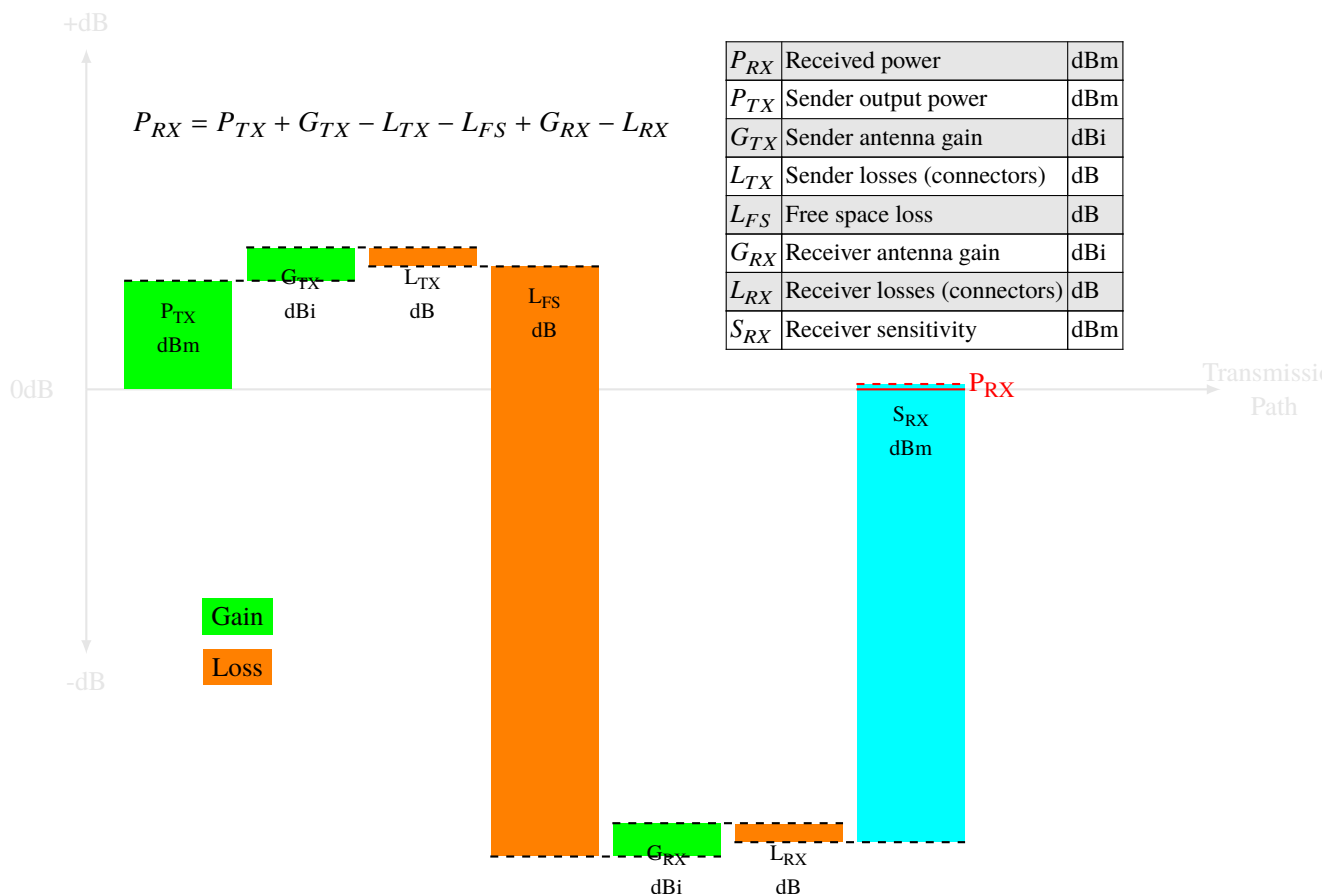
1– On réalise une comparaison entre WiFi et LoRa en essayant de mettre les deux appareils communicants dans les mêmes conditions :

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 :

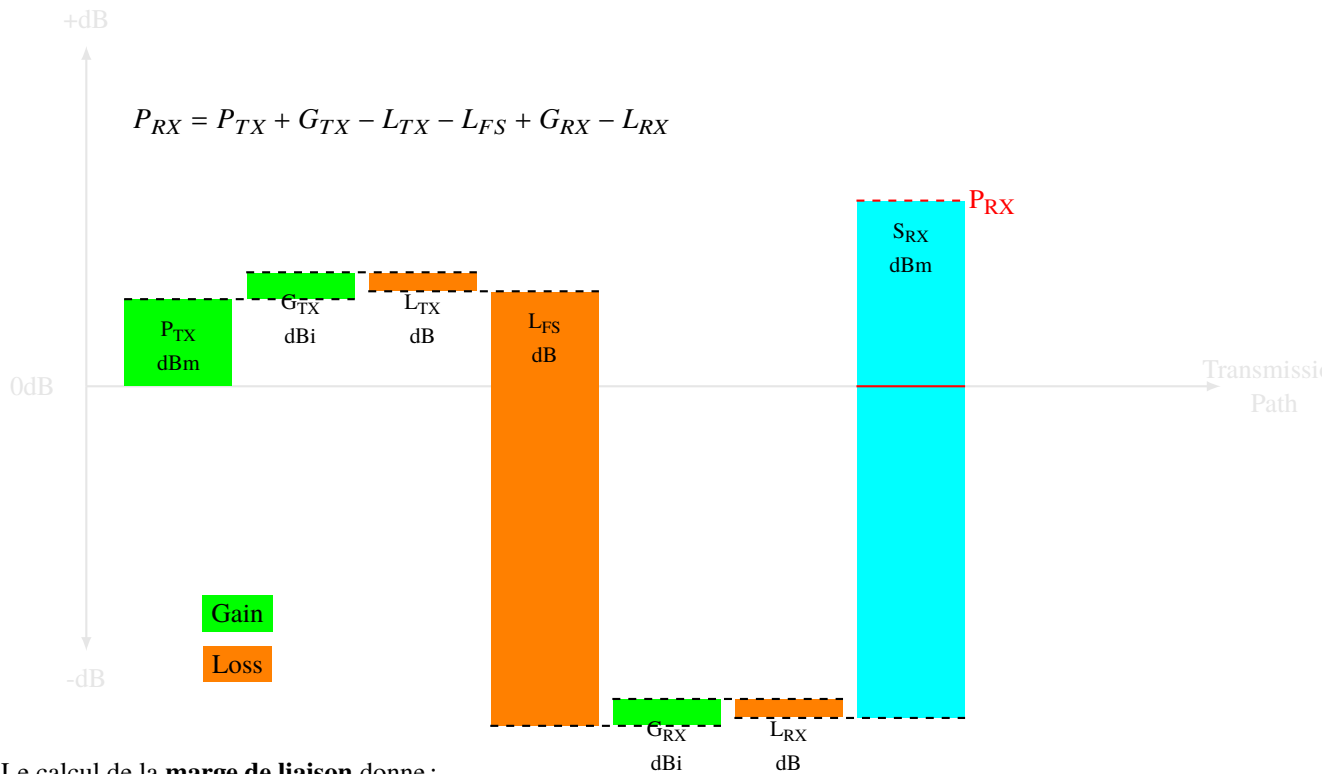
a. Est-ce que la communication est possible en WiFi ?



Le calcul de la **marge de liaison** donne :

$$20 + 6 - 2 - 109.54 + 6 - 2 + 85 = 3.46 \leq 10 \Rightarrow \text{communication impossible !}$$

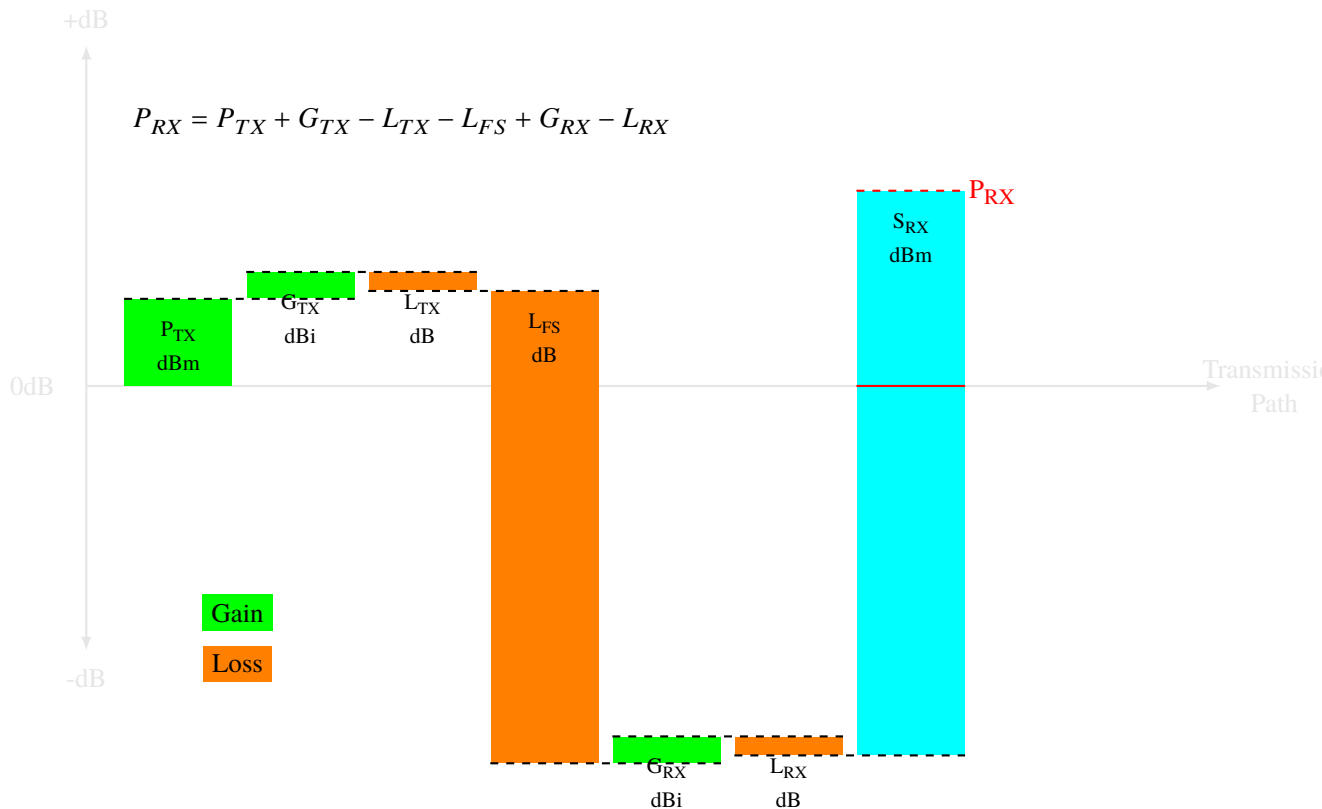
- b. Est-ce que la communication est possible en LoRa avec une bande passante de 250KHz, un SF de 7 ?



Le calcul de la **marge de liaison** donne :

$$20 + 6 - 2 - 100.76 + 6 - 2 + 120 = 47.24 \geq 10 \Rightarrow \text{communication possible !}$$

- c. Est-ce que la communication est possible en LoRa pour un SF de 12 et une bande passante de 500KHz ?



Le calcul de la **marge de liaison** donne :

$$20 + 6 - 2 - 109.54 + 6 - 2 + 131 = 58.24 \geq 10 \Rightarrow \text{communication possible !}$$

- d. Pour une puissance de 0dBm et avec les mêmes paramètres que pour la question b), à partir de quelle distance la communication n'est plus possible ?

*D'après les tables de FSL donnée dans le support de cours, pour une distance de 20Km, on a une marge de 10.76dB, donc au-delà de 20km la communication ne sera plus possible.*

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

a. Expliquez cette information tirée de la documentation :

*Le composant nRF24L01 utilise 3 débits de modulation qui donnent 3 débits de données : 250kbps, 1Mbps or 2Mbps.*

*Si on utilise un débit plus faible on profite d'une meilleure sensibilité  $\Rightarrow$  distance plus importante entre l'émetteur et le récepteur, meilleure résistance au bruit présent sur le récepteur.*

*Si on utilise un débit plus grand, on ne profite plus des avantages précédents, mais pour transmettre une même quantité de données, on va **plus vite** donc on consomme **moins d'énergie** car la radio du nRF24L01 va rester allumée moins longtemps.*

*Si on transmet plus vite, on réduit la probabilité de transmettre en même temps qu'un autre nRF24L01, ce qui évite les collisions où aucun des récepteurs n'arrivent à comprendre le message reçu.*

b. Donnez la puissance en mW pour chacune de ces valeurs.

dBm	0	-6	-12	-18
mW	1	0.25	0.125	0.015
calcul	1	1/4	1/16	1/64

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

Le calcul du «link margin» minimal donne :  $0 - 2 + 9 + 9 - 2 + 94 - L_{FS} = 20dB$

Soit  $L_{FS} = 88$ , avec  $d = 10^{\frac{-12}{20}}$  soit  $d = 251m$  au maximum.

d. Que devient cette distance maximale si on passe à un débit de 2Mbps ?

$L_{FS} = 76$  et  $d = 10^{\frac{-24}{20}}$ , soit  $d = 63m$

e. Recalculez la distance en présence :

- ◊ de deux murs à traverser ; *Deux murs à traverser, on a une perte de  $2 * 10dB$  au minimum d'après le cours.*

$$0 - 2 + 9 + 9 - 2 + 82 - L_{FS} - 20 = 20dB$$

d'où  $L_{FS} = 56$  et  $d = 10^{\frac{-44}{20}}$ , soit  $d = 6.3m$

- ◊ d'un mur et d'un plafond en béton. *Un mur et un plafond à traverser, on a une perte de  $10 + 12dB$  au minimum d'après le cours.*

$$0 - 2 + 9 + 9 - 2 + 82 - L_{FS} - 22 = 20dB$$

d'où  $L_{FS} = 54$  et  $d = 10^{\frac{-46}{20}}$ , soit  $d = 5m$