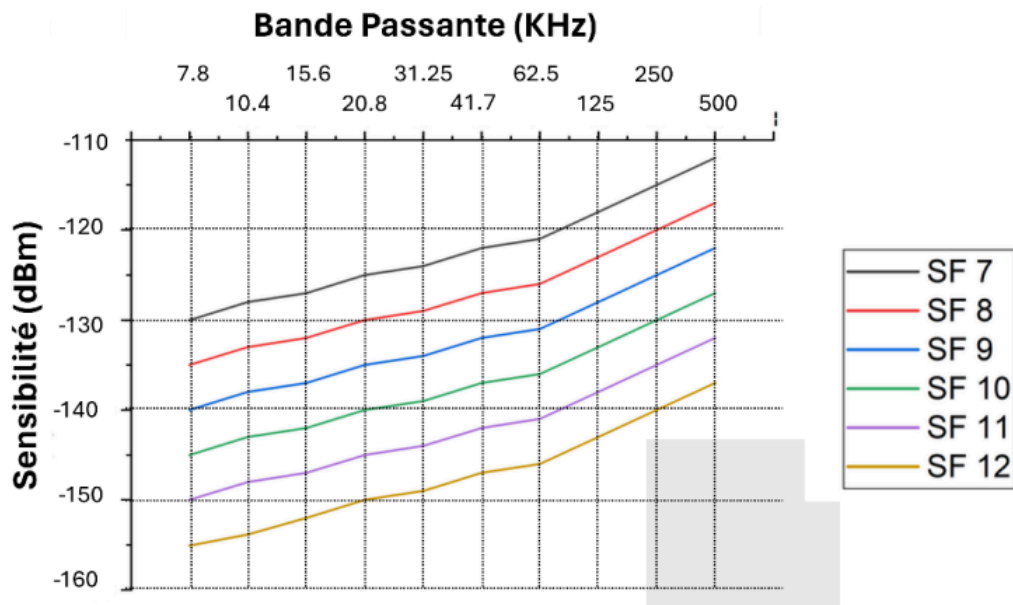


Sujet de séance encadrée N°7

Rappel Séance non encadrée N°6 :

Voici les étapes de calculs afin de pouvoir calculer les différentes possibilités SF/BW pour un environnement urbain :

On calcule les pertes admissibles (on a trouvée la sensibilité grâce au schéma ci dessous pour un SF = 11 et BW = 125Khz)



Sensibilité = -142 d'après le schéma ci-dessus

Pertes admissibles = Puissance d'émission – Sensibilité

Pertes admissibles = 14 - (-142) = 156

Résolution de l'équation pour R (portée en km) :

$$\log_{10}(R) = \frac{P_{\max} - 146.4}{44.9} \Rightarrow R = 10^{\frac{P_{\max} - 146.4}{44.9}}$$

$P_{\max} = 156$; d'après la formule la portée R (pour un SF = 11 et une BW = 62.5 KHz) est de 1.63km

Ensuite on nous avait demandé a calculé la portée dans différents milieux (Urbain, suburbain, rural) :

Milieu urbain :

Portée = 1.63km

Milieu Suburbain :

Portée = 2.7 km

Milieu Rural :

Portée = 7 km

Ensuite l'on a fait la même chose pour différents SF afin de voir le meilleur compromis distance/débit(dans un milieu urbain)

SF	BW(kHz)	Sensibilité	Pertes max	Portée urbaine théorique
7	125	-118	132	477 m
8	125	-123	137	617 m
9	125	-127	141	758 m
10	125	-134	148	1085 m
11	125	-138	152	1332 m
12	125	-144	158	1812 m
11	62.5	-142	156	1636 m
12	62.5	-146	160	2008 m

Augmenter le Spreading Factor (SF) ou réduire la bande passante (BW) permet d'améliorer la sensibilité du récepteur, donc d'augmenter la portée. Cependant, cela réduit fortement le débit de transmission.

De plus, le temps de transmission plus long rend le signal plus exposé aux perturbations, aux collisions radio, et peut augmenter les pertes de paquets, surtout dans un environnement urbain où le bruit radio est plus élevé.

Il faut donc trouver un compromis entre portée, fiabilité et débit, en fonction des besoins réels de l'application.

C'est pour cela qu'on a décidé de prendre un SF de 11 et une BW de 62.5Khz

2.2 Mesures de transmission

2.2.1 Mesures en extérieur

- $P_e = 14 \text{ dbm}$:

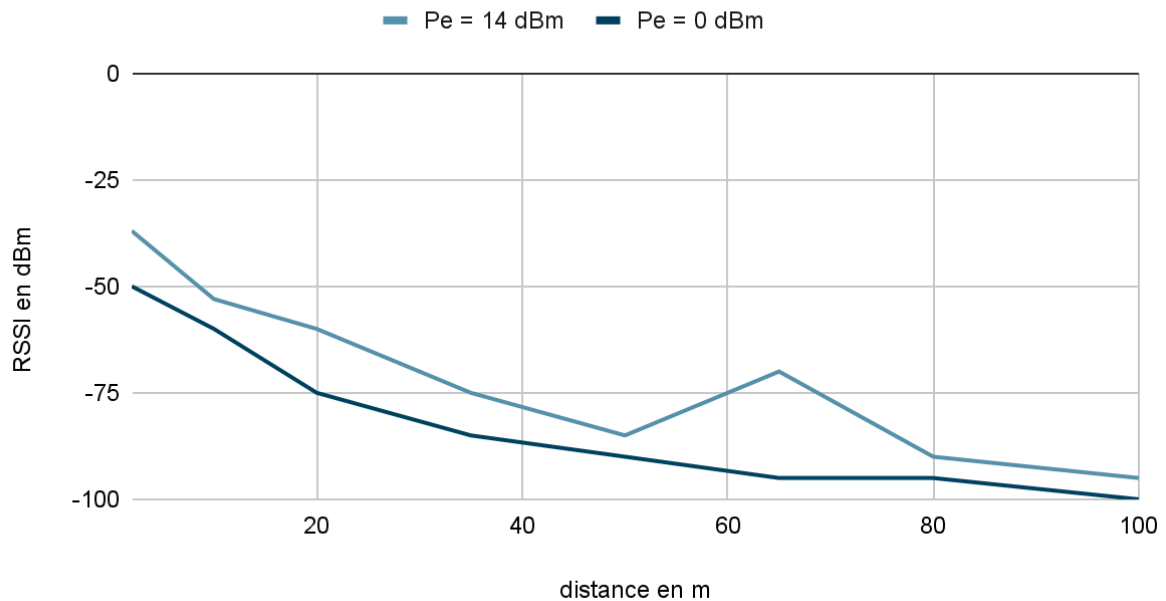
Distance	RSSI
2m	-37
10m	-53
20m	-60
35m	-75
50m	-85
65m	-70
80m	-90
100m	-95

- $P_e = 0 \text{ dBm}$:

Distance	RSSI
2m	-50
10m	-60
20m	-75
35m	-85(-100 avec bâtiment)
50m	-90
65m	-95
80m	-95
100m	-100

Nous avons constaté une atténuation moyenne d'environ 15 dBm due à la traversée d'un bâtiment à distance égale(35m).

Mesures Outdoor



Conclure (influence de la puissance sur la portée en espace libre, facteurs d'atténuation, sensibilité du récepteur,...)

Les mesures montrent que la puissance d'émission influence fortement la portée : à 14 dBm, le signal reste stable jusqu'à 100 m, alors qu'à 0 dBm il devient limite, surtout avec obstacles. La perte causée par un bâtiment est d'environ 15 dBm. Ces résultats confirment que notre configuration reste viable tant que le RSSI reste supérieur à -142 dBm, valeur correspondant à la sensibilité du récepteur pour SF = 11 et BW = 62.5 kHz.

2.2.2 Mesures en intérieur

- SF = 7

Distance	RSSI
Etage 1	-70
Etage 2	-100
Etage 3	-100
Etage 4	-105
Etage 5	-105
Porte d'entrée devant l'amphithéâtre	-103

On a constaté que l'on captait plus sur le pont derrière le self

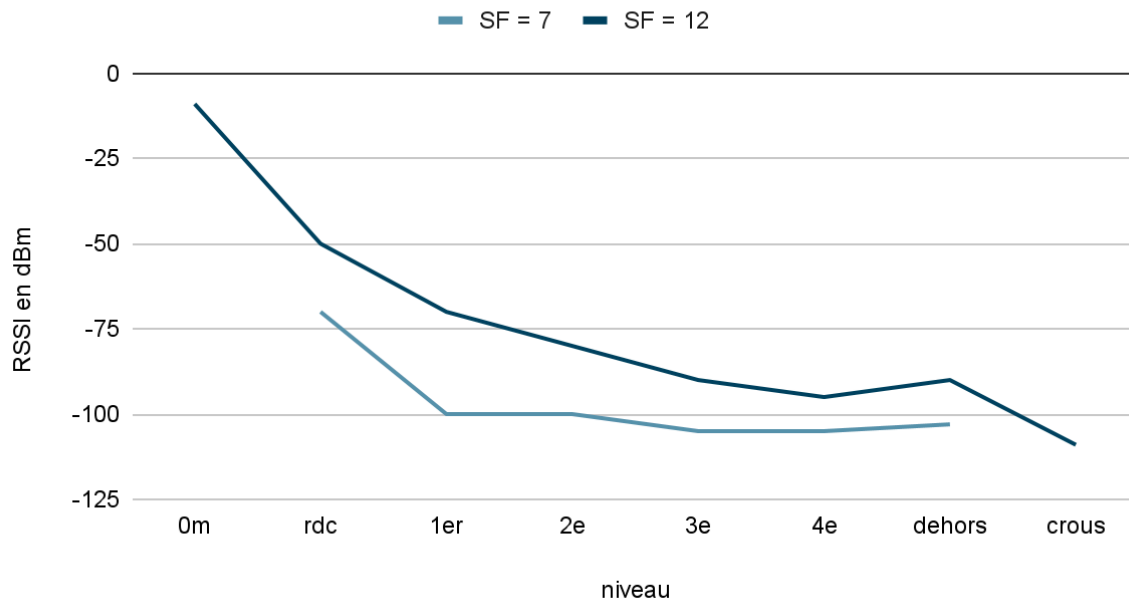
- SF = 12

Distance	RSSI
0m	-9
rdc	-50
1er	-70
2eme	-80
3eme	-90
4eme	-95
dehors	-90
crous	-109

Observations lors des mesures avec un SF = 12 :

On observe déjà un ralentissement significatif du débit, ce qui est tout à fait logique : plus le Spreading Factor (SF) est élevé, plus le temps de transmission augmente, ce qui entraîne une diminution du débit de données.

Mesures Indoor



Conclure (portée en intérieur, facteurs d'atténuation, sensibilité du récepteur, impact du spreading factor sur la liaison, sur la durée de transmission...)

Les mesures réalisées en intérieur confirment que la portée est fortement réduite par la présence d'obstacles tels que les murs, planchers et dalles, avec une atténuation croissante à chaque étage. À SF = 7, la liaison devient instable au-delà du 2e étage, tandis qu'à SF = 12, le signal reste exploitable jusqu'au 4e ou 5e étage, avec un RSSI autour de -105 à -109 dBm.

Cela démontre que l'augmentation du Spreading Factor améliore la sensibilité du récepteur (jusqu'à -146 dBm), ce qui étend la portée en environnement complexe, mais au prix d'une forte réduction du débit et d'un temps de transmission plus long. Ce rallongement rend la communication plus sensible aux interférences et moins adaptée aux applications à haut débit.

2.2.3 Validation de la portée de votre projet

Pour ce qui est de la fréquence qu'on va émettre on a décidé dans notre préparation de prendre une fréquence de 863Mhz

À une distance de 100 mètres, malgré la présence d'obstacles comme des bâtiments, nous avons mesuré un RSSI de -100 dBm. Cette valeur reste conforme aux objectifs de notre projet, qui vise un compromis entre faible débit, longue portée et consommation énergétique réduite.

Distance	RSSI(SF = 11 BW = 62.5)	RSSI(SF = 11 BW =125)
RDC(0)	-68	-72
5m	-68	-72
10m	-78	-82
25m	-78	-82
50m	-88	-92
75m	-91	-95
100m	-93	-97

Les mesures ont été effectuées dans les mêmes conditions avec SF = 11, pour deux largeurs de bande différentes (62.5 et 125 kHz) afin de comparer l'atténuation.

Méthode d'extrapolation de la portée maximale

Etant donnée que l'on peut pas mesurer au dela d'une distance de 100m, on a décidé de mettre en place une méthode d'extrapolation qui a pour but de prédire la portée maximale théorique de la liaison dans les mêmes conditions, tant que le RSSI estimé reste supérieur à la sensibilité du récepteur :

$$R_{\max} = 0,1 \cdot 10^{\left(\frac{\text{Pertes max} - \text{Pertes à 100 m}}{44,9} \right)}$$

- Rmax : portée maximale estimée (en km)
- 0,1 : distance de référence (100 m = 0,1 km)
- Pertes max : pertes admissibles (pour nous c'est 156)
- Pertes à 100 m: perte mesurée à 100 m

- 44,9 : coefficient du modèle d'atténuation logarithmique (Okumura-Hata)

Pour trouver les pertes et pouvoir utiliser la formule on récupère la Permission(14 dbm) et on la soustrait par le RSSI récupérée à 100m(-93) :

$$\text{Pertes à 100m} = 14 - (-93) = 107$$

$$R_{\text{max}} = 0,1 * 10^{(156-107/44.9)} = 1.09 \text{ km}$$

Nous avons finalement choisi la configuration SF = 11 / BW = 62.5 kHz, car elle offre une portée de plus de 1,6 km en milieu urbain, tout en maintenant une consommation faible et un débit suffisant pour une transmission par heure. Cette configuration répond pleinement aux contraintes de notre projet.

2.2.4 Conclusion

SF = 11

Bande passante = 62.5Khz

Après avoir comparé plusieurs configurations, nous avons choisi SF = 11 et BW = 62,5 kHz, un compromis efficace entre portée (plus de 1,6 km en milieu urbain), consommation faible et débit suffisant pour des transmissions peu fréquentes.

Ce choix, validé par nos mesures terrain, répond aux exigences du projet en assurant une bonne fiabilité malgré les obstacles urbains. Il permet ainsi un fonctionnement stable et économe, adapté à notre objectif.