

SAE 22

Caractérisation d'un système de transmission numérique Etude préliminaire – travail préparatoire

3 – Etude théorique de la portée d'une transmission LoRa

- a) En Europe, la puissance maximale d'émission autorisée dans la bande ISM à 868 MHz est réglementée par l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute).

La puissance maximale d'émission, que l'on peut émettre dans la bande ISM (868 MHz) en Europe est de 25 mW soit 14 dBm.

- b) Les combinaisons retenues pour l'étude sont :

- 125 kHz avec SF=7 et SF=9
- 250 kHz avec SF=7 et SF=9
- 500 kHz avec SF=7 et SF=9

Bandwith (en kHz)	SF	Sensibilité (dBm) ~
125	7	-117
125	9	-127
250	7	-115
250	9	-126
500	7	-112
500	9	.-122

- c) Les pertes maximales admissibles sont déterminées par la formule suivante:

Pertes = Puissance d'émission - Sensibilité de réception

Dans notre cas : Pertes = 14 dBm - (-125 dBm) = 139 dB

Ainsi les pertes maximales tolérées sont d'environ 139 dB

Ce qui signifie que les valeurs que l'on a sélectionné rentrent toutes dans la norme car aucune n'est

d) La formule simplifiée du modèle d'Okumura-Hata s'écrit :

$$\text{Pertes (en dB)} = 146,4 + 44,9 \times \log_{10}(R) + C$$

où :

- R est la distance en kilomètres (km)
- C dépend du type de milieu, avec C = 0 pour un milieu urbain, C = -9,85 pour un milieu suburbain, et C = -28,35 pour un milieu rural

Données utilisées

- Puissance d'émission : $P_{tx} = 14$ dBm
- Sensibilité du récepteur : $P_{rx_min} = -125$ dBm
- Pertes maximales admissibles :
 $L = P_{tx} - P_{rx_min} = 14 - (-125) = 139$ dB

Calculs de portée maximale pour chaque milieu

Milieu urbain (C = 0)

$$139 = 146,4 + 44,9 \times \log_{10}(R)$$

$$\log_{10}(R) = (139 - 146,4) / 44,9 \approx -0,165$$

$$R \approx 10^{-0,165} \approx 0,683 \text{ km}$$

Milieu suburbain (C = -9,85)

$$139 = 146,4 + 44,9 \times \log_{10}(R) - 9,85$$

$$\log_{10}(R) = (139 - 146,4 + 9,85) / 44,9 \approx 0,05$$

$$R \approx 10^{0,05} \approx 1,12 \text{ km}$$

Milieu rural (C = -28,35)

$$139 = 146,4 + 44,9 \times \log_{10}(R) - 28,35$$

$$\log_{10}(R) = (139 - 146,4 + 28,35) / 44,9 \approx 0,47$$

$$R \approx 10^{0,47} \approx 2,95 \text{ km}$$

Milieu	Porté_R (en km)
urbain	0.683
suburbain	1.12
rural	2.95

e) Comme la portée réelle testable est limitée à 100 mètres, on peut extrapoler la portée maximale en suivant cette méthode :

Méthode :

1. Mesurez la puissance reçue (RSSI ou SNR) à 100 m.
2. Estimez l'affaiblissement linéique (en dB par km ou par doublement de distance).
3. Appliquez un modèle logarithmique (par exemple : modèle de Friis ou modèle d'Okumura-Hata) pour projeter la portée jusqu'à la distance souhaitée.

Exemple :

- Supposons qu'à 100 m on mesure une perte de 90 dB.
- La perte maximale tolérée est de 139 dB.
- Il reste donc une marge de :
 $\Delta L = 139 - 90 = 49 \text{ dB}$.

En appliquant le modèle logarithmique, on pouvait augmenter la distance théorique d'un facteur : $10^{(49/20)} \approx 282$ fois.

Ainsi, la distance estimée devient :
 $100 \text{ m} \times 282 \approx 28.2 \text{ km}$

4 - Synthèse

Le projet **LoRa'ccess** vise à automatiser l'ouverture d'accès (portes ou portails) en utilisant des badges passifs communicant via LoRa. Les paramètres techniques envisagés pour cette application sont les suivants :

Portées envisageables selon les paramètres choisis :

Bande passante (BW)	Spreading Factor (SF)	Sensibilité approximative	Portée estimée (en milieu urbain)
---------------------------	--------------------------	------------------------------	--

125 kHz	9	-127 dBm	~1 km
250 kHz	8	-123 dBm	~800 m
500 kHz	7	-112 dBm	~400-500 m

Parmi ces combinaisons, **BW = 125 kHz avec SF = 9** est préférable pour garantir une excellente portée et une haute sensibilité, adaptée à notre projet à courte portée (< 15 mètres), assurant ainsi une marge significative de sécurité.

Optimisation consommation et débit :

- **Débit requis** : très faible (296 bits/s), facilement atteignable par tous les couples SF/BW proposés.
- **Consommation énergétique** : Un SF élevé augmente la durée de transmission et donc la consommation, mais reste largement supportable au vu de la faible fréquence d'émission des badges passifs.

Le choix optimal pour équilibrer la portée et la consommation est **SF = 9, BW = 125 kHz**.

Viabilité du cahier des charges :

Le cahier des charges est totalement viable techniquement. La faible portée requise par le projet et le débit minimal demandé garantissent la faisabilité avec une large marge de manœuvre.

Points à vérifier lors des séances encadrées :

- Vérification pratique de la portée réelle à courte distance (de 1 à 15 mètres).
- Vérification de la consommation réelle en conditions réelles (badge passif et récepteur).
- Confirmation des délais de réponse et des taux de fiabilité des transmissions en environnement réel (indoor/outdoor).

Planning prévisionnel :

- Séance encadrée 1 : Installation, tests préliminaires portée et sensibilité.
- Séance encadrée 2 : Mesures de consommation et validation débit.
- Séance encadrée 3 : Tests terrain (portée réelle et fiabilité).

Retards, problèmes rencontrés et solutions envisagées :

Aucun retard ni problème majeur identifié actuellement. Une attention particulière sera portée lors des séances pratiques aux interférences potentielles et à l'autonomie réelle du badge passif pour ajuster les paramètres techniques au besoin.