<https://lora-alliance.org/sites/default/files/2018-04/lorawan-technical-intro.pdf>

Page 6 Créer tableau Data Rate <-> Spreading Factor <-> Bandwidth <-> Time On air etc..

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5038744/>

# Considérations produit

Database sur internet au lieu de sur la passerelle

Il est possible d’équiper chaque concurrent d’un capteur, permettant ainsi aux spectateurs de suivre leurs connaissances ou amis, cependant ceci n’est pas forcément le seul cas d’utilisation, on pourrait par exemple penser à équiper uniquement la catégorie élite afin de pouvoir suivre en plus de détails la compétition des athlètes professionnelles.

Pour le développement d’un produit, qui engendrerait l’utilisation de plusieurs passerelles, le serveur réseau ainsi que la base de données devrait être localisée sur un serveur accessible depuis internet afin que toutes les passerelles puissent y accéder.

Pour le développement d’un produit, une passerelle multi canaux est indispensable, en effet pour diminuer l’influence des interférences les nœuds changent le canal sur lequel les paquets sont transmis ce qui apporte une robustesse supplémentaire au système. <ADD CITATION <https://arxiv.org/pdf/1607.08011.pdf>>

Dans le cadre de ce projet, un gateway sera développé afin d’utiliser un réseau LoRa privé et ainsi ne pas être dépendant d’un opérateur, cependant il serait intéressant pour d’éventuelles évolutions futures du projet de réfléchir à utiliser directement les infrastructures LoRa existantes. <ADD CITATION <http://lpn.swisscom.ch>>

Analyse de risque

Un des risques principal lié à ce projet est le fait que la technologie employée pour transmettre les données des capteurs, le LoRa, est un protocole bas-débit destiné aux objets à faible consommation. Il est possible de configurer le protocole pour différents usages, le protocole propose sept configurations différentes qui offrent des débits allant de 0.3 kbps à 27 kbps. <ADD CITATION> La quantité de données et la fréquence de transmission devront donc être bien étudiés afin de pouvoir garantir un système avec une réactivité suffisante au niveau de la propagation des position GPS pour permettre de suivre les sportifs avec assez de précision afin que l’application donne un rendu de la course assez agréable à l’utilisation.

Le nombre de capteur qui peut être utilisé en parallèle est aussi un élément de risque. Plus le nombre de capteurs est élevé plus la charge sur le ou les gateway et sur le protocole sera importante, puisqu’une compétition sportive peut voir plusieurs centaines de sportifs dans une zone restreinte, ce cas de figure devra donc également être étudié. Dans le cadre du projet de Bachelor seul un capteur sera assemblé, ce risque est donc plutôt lié aux considérations du développement d’un produit.

# LoRa

Une des techniques très connues dans ce type de modulation est l’étalement de spectre à séquence directe (Direct Sequence Spread Spectrum). Un avantage intéressant de cette technique est le fait que le signal devient plus robuste aux interférences du fait de cet étalement de spectre. Par contre il nécessite que le transmetteur et le récepteur se mettent d’accord sur la séquence à utiliser pour encoder les signaux. Cette technique est beaucoup utilisée, notamment par la norme 802.11b (WiFi). Elle comporte comme gros désavantage le fait qu’elle nécessite une horloge de base très précise et que le décodage du signal sur le récepteur peut être long en fonction de la séquence de codage utilisée. Tout ceci rend cette technique peu pratique pour des systèmes à bas coût et/ou basse consommation comme ceux du domaine de l’Internet of Things (IoT).

Dans les années 1940, une autre technique se basant sur l’étalement de spectre a été développée pour être utilisé dans les applications radars, le Chirp Spread Spectrum (CSS). Elle utilise toujours le principe d’étalement de spectre afin d’être robuste aux interférences, cependant l’utilisation d’une séquence pseudo aléatoire qui est utilisé pour distinguer le signal du bruit, comme dans les techniques Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) ou Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS), ne se fait plus. En plus des avantages inhérents à l’étalement de spectre les changements liés à cette technique la rendent résistante à la dégradation des données causées par les trajets multiples (multipath), l’évanouissement (fading) ou à l’effet Doppler. [1]

De plus la technique de modulation apporte une notion de facteur d’étalement (Spreading Factor) qui définit la vitesse de transmission, plus le facteur est grand plus la transmission de l’information sera lente mais par contre la portée de réception des données sera grande. Le facteur d’étalement, qui peut avoir une valeur entre 7 et 12, a donc une incidence sur le taux de transfert, de 0.3 kbps avec un facteur de 12 à 27 kbps avec un facteur de 7. Pour terminer, le facteur d’étalement influence également la taille des données utiles qui peuvent être envoyé dans un message qui peut être de 51 à 222 octets. [2]

Une des limitations dû au fait de l’utilisation de la bande de fréquence libre est l’introduction par l’organisme de gestion, le European Conference of Postal and Telecommunication Administration (CEPT), d’un duty cycle, ce terme définit le temps durant lequel chaque nœud peut transmettre des données, puisque cette bande est libre cette limitation vise à éviter de saturer la bande de fréquence et ainsi permettre à chaque utilisateur une utilisation optimale des ondes. [3]

La table suivante montre les différents duty cycle définit pour la zone géographique Europe.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Code | Bande de fréquence | Duty cycle |
| g | 863.0 à 868.0 Mhz | 1% |
| g1 | 868.0 à 868.6 Mhz | 1% |
| g2 | 868.7 à 869.2 Mhz | 0.1% |
| g3 | 869.4 à 869.65 Mhz | 10% |
| g4 | 869.7 à 870 Mhz | 1% |

Tableau 4‑1 Duty Cycles

Le capteur devra veiller à respecter le duty cycle fixé pour la bande de fréquence qu’il utilise. Une analyse de cet aspect sera ajouté au rapport du travail de Bachelor qui prendre en compte le temps nécessaire au capteur pour transmettre les données.

# Bibliographie

European Conference of Postal and Telecommunication Administration (CEPT), «ERC RECOMMENDATION 70-03,» Frequency Management, Regulatory Affairs and Spectrum Engineering Working Groups, 1997, Tromso.

Decoding LoRa: Realizing a Modern LPWAN with SDR : <https://pubs.gnuradio.org/index.php/grcon/article/view/8>