

TRAVAIL DE BACHELOR

MÉMOIRE

---

# **Conception d'un système temps réel LoRa pour compétitions sportives**

---

*Auteur :*

Léonard BISE

*Conseiller :*

Pierre BRESSY

Informatique Embarquée (ISEC)

Mars à Septembre 2018

## Travail de Bachelor

# Préambule

## Résumé



# Table des matières

<b>Table des figures</b>	<b>v</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>vii</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2 Test 1</b>	<b>3</b>
2.1 Scénarios . . . . .	4
2.1.1 Test statique . . . . .	4
<b>3 Dossier de gestion</b>	<b>5</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>7</b>



## Table des figures

2.1	Format du paquet test1 . . . . .	3
-----	----------------------------------	---





## Liste des tableaux



# 1 Introduction

Ce travail de Bachelor vise à coupler deux disciplines qui m'intéressent particulièrement, d'une part les communications sans-fil dans le monde de l'informatique embarquée et de l'autre la course à pied. Étant moi-même coureur amateur et participant de temps en temps à des compétitions, je me suis demandé s'il serait possible de créer un système qui pourrait contribuer à impliquer davantage les spectateurs de ce genre de manifestation.

Le rythme auquel se déroule une compétition sportive, que ce soit de course à pied ou de cyclisme par exemple, associe la plupart du temps des moments de forte excitation avec des instants plus calmes. On peut découper ce genre d'événement en trois grosses phases. Avant le début de la compétition, il y a généralement beaucoup d'animation dans la zone de départ, les bénévoles s'occupant de l'événement mettent les dernières touches à l'organisation tout en remplissant les tâches requises par leur poste, les sportifs sont en train de s'échauffer et le public arrive peu à peu pour assister au départ de la compétition. Une fois que la course a commencé l'excitation retombe rapidement, les participants quittent la zone de départ pour rejoindre l'arrivée et les spectateurs vont souvent se déplacer le long du parcours pour les regarder passer ou au contraire se diriger directement vers la zone d'arrivée. Enfin, lorsque les sportifs arrivent petit à petit à la fin de la course, de plus en plus de gens se retrouvent dans l'aire d'arrivée, ce qui a pour effet de remettre l'ambiance.

Tout ceci fait que parfois le spectateur vit des moments de temps mort où il ne se passe pas forcément beaucoup de choses car il se trouve loin de l'action, de plus il est rare qu'il ait la possibilité de connaître la situation à un instant donné de la course. Seul les gros événements disposent parfois d'une retransmission télévisuelle, et à ma connaissance très peu proposent un outil utilisable par les spectateurs permettant de visualiser sur une carte la position des coureurs.

C'est sur cet axe que ce projet se positionne : proposer un outil interactif que les spectateurs d'événements sportifs peuvent utiliser à tout moment et de n'importe quel endroit pour connaître l'état actuel de la course.



## 2 Test 1

Comme décrit dans la pré-étude, afin de valider la phase 1 du développement du projet, un test impliquant le capteur choisi ainsi que la passerelle est effectué afin de s'assurer que les deux éléments sont capable de remplir les tâches qui leurs sont attribuées pour le projet. Si le test est concluant alors la solution matérielle choisie peut être validée pour la suite du développement. Dans le cas contraire le matériel doit être changé afin de pouvoir garantir une solution adéquate.

Ce test permet de valider deux éléments, premièrement il vise à vérifier la bon fonctionnement du capteur et de la passerelle dans les conditions finale d'utilisation, c'est à dire une réception adéquate des données envoyées par le capteur en extérieur et en mouvement. De plus ce test va également permettre de choisir la configuration initiale à utiliser pour la transmission des paquets LoRa, en particulier le facteur d'étalement ainsi que la puissance de transmission du signal de sortie à utiliser. On rappelle qu'un petit facteur d'étalement permettra un taux de transfert plus élevé sur une distance moindre, alors qu'un grand facteur permettra l'envoi de données à des distances accrues mais à un taux plus bas. En ce qui concerne la puissance de sortie, l'objectif est de trouver la valeur minimale qui permet une bonne réception des données à la distance prescrite par le cahier des charges, c'est à dire 5 km. Ceci permettra de garantir l'utilisation de la batterie pendant la durée requise de 10h.

Pour pouvoir effectuer ce test les éléments suivants ont été réalisés.

- Mise en place et assemblage du matériel du capteur et de la passerelle
- Développement d'un programme de test pour le capteur
- Installation et configuration du packet forwarder de la passerelle
- Développement d'une partie du serveur d'application de la passerelle

Afin de pouvoir s'assurer de la bonne réception des données le capteur, à intervalles réguliers, va envoyer un paquet de données à destination de la passerelle. Le format ainsi que le contenu du paquet envoyé par le capteur est décrit dans la figure 2.1.

0xFEEDDEAD	0xACABFACE	Latitude	Longitude	Nombre de satellite en vue	HDOP	Compteur
4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes	1 byte	8 bytes	4 bytes
37 bytes						

FIGURE 2.1 – Format du paquet test1

Un programme de test, utilisant le système de développement Arduino IDE proposant un framework pour les cartes Arduino est réalisé. Son comportement est très simple, il se contente d'envoyer un paquet de données LoRa puis d'attendre un certain temps, au terme duquel le cycle recommence. Le paquet envoyé par le capteur commence par deux valeurs fixes suivi de la latitude/longitude du capteur au moment de l'envoi du paquet. Ces deux éléments sont suivis du HDOP, ou Horizontal Dilution of Precision, qui exprime le degré de précision de la position GPS. Pour terminer, la valeur du compteur est ajouté au paquet ce qui permettra à la passerelle de détecter quand un paquet est perdu et ainsi garder des statistiques afin de pouvoir jauger la qualité de la transmission.

Du côté de la passerelle, le packet forwarder, logiciel repris depuis internet, est configuré et

mis en œuvre. Il récupère les paquets LoRa reçu et les transmet par le biais d'un paquet UDP. Une partie du serveur d'application est développée qui permet à la passerelle de récupérer les paquets LoRa émis par le packet forwarder et d'en analyser le contenu. A chaque paquet reçu la passerelle s'assure que le paquet est en provenance du capteur en vérifiant la valeur des deux marqueurs de début, ensuite la valeur du compteur est vérifiée pour s'assurer que c'est bien celle attendue, si ce n'est pas le cas cela signifie qu'un ou plusieurs paquets ont été perdus. Cette partie du serveur d'application servira de base pour le développement final de l'application. Au moyen d'un shell implémenté dans le serveur de paquet, il est possible à tout moment de sauvegarder le contenu des paquets reçus jusqu'ici dans un fichier, cela permet ensuite d'en extraire les positions GPS afin de les afficher dans un logiciel comme Google Earth par exemple.

## 2.1 Scénarios

Deux scénarios distincts sont réalisés en utilisant le système expliqué dans la section précédente. Ils seront effectués deux fois chacun, une fois avec la valeur d'étalement de spectre (spreading factor) avec la plus petite valeur et une fois avec la plus grande valeur, cela permettra de jauger quelle configuration sera nécessaire pour la version finale du capteur.

### 2.1.1 Test piste

### 2.1.2 Test distance

## **3 Dossier de gestion**





## Authentification