



**HAL**  
open science

## Développement d'un réseau de capteurs sans fils permettant une solution embarquée de géolocalisation -Application aux glissements de terrain

Hiba Mediouni, Ayoub Soury, Denis Genon-Catalot

### ► To cite this version:

Hiba Mediouni, Ayoub Soury, Denis Genon-Catalot. Développement d'un réseau de capteurs sans fils permettant une solution embarquée de géolocalisation -Application aux glissements de terrain. Journées Nationales des Communications Terrestres 2015, LCIS-Valence, Jun 2015, Valence, France. hal-01237979

**HAL Id: hal-01237979**

**<https://hal.science/hal-01237979>**

Submitted on 4 Dec 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Développement d'un réseau de capteurs sans fils permettant une solution embarquée de géolocalisation - Application aux glissements de terrain

Hiba MADIOUNI, Ayoub SOURY, Denis GENON-CATALOT

*Université Grenoble Alpes- Laboratoire de conception et d'intégration des systèmes  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis (ENIT)*

*Mediouni.hiba@gmail.com*

{ayoub.soury, denis.genon-catalot}@lcis.grenoble-inp.fr

**Abstract**—La recherche dans le domaine des capteurs est en train de vivre une révolution importante, ouvrant des perspectives d'impacts significatifs dans de nombreux domaines comme le contrôle et la préservation de l'environnement ; les catastrophes naturelles sont de plus en plus fréquentes et sont à l'origine de préjudices socio-économiques souvent graves et coûteux. La prévision de ces risques, notamment en ce qui concerne les glissements de terrain, est dès lors indispensable. Notre objectif est d'instrumenter les versants instables avec un maillage de capteurs actifs dans le but de suivre en continu toute déformation. Ces réseaux possèdent souvent des ressources limitées en énergie, ce qui impose l'utilisation des protocoles et technologies de communication (Wifi, Zigbee, LoRa ...) de façon à consommer une énergie minimale.

**Mots Clés :** Glissements de terrain, réseau de capteurs sans fils WSN, technologies et protocoles de communication, Long Range (LoRa), consommation d'énergie.

## I. INTRODUCTION

L'ensemble des régions françaises est sensible aux glissements de terrain et aux écoulements (7 000 communes). Les zones de montagne (Alpes, Corse, Massif central, Pyrénées, Vosges) montrent cependant une prédisposition particulière. La susceptibilité aux glissements de terrain et aux écoulements est estimée faible ou très faible pour deux tiers de la France métropolitaine, moyenne pour environ 14 % du territoire et enfin élevée ou très élevée pour un peu moins d'un cinquième. Particulièrement caractéristique par sa taille exceptionnelle (plus de 350 Mm) et par le nombre d'habitants installés sur le glissement (plus de 1 000), le glissement de Grand-Îlet à Salazie (La Réunion) est l'un des plus grands glissements de terrain au monde.

Au plan mondial, les mouvements de terrain causent chaque année la mort de 800 à 1 000 personnes. Ces mouvements peuvent être la cause de plusieurs catastrophes, citant l'exemple de la catastrophe de Clamart en 1961 (21 morts, 45 blessés, plus de 273 sinistrés et 23 immeubles détruits). Donc les glissements

de terrain sont à l'origine de préjudices socio-économiques souvent graves ; ceci rend la prévention de ces phénomènes indispensable.

Notre objectif est de prévoir les glissements de terrain en détectant les premières secousses qui sont généralement plus au moins fortes. Pour ce faire, nous avons choisi une architecture bien précise pour la modélisation de notre système de prévention : un réseau de capteurs sans fil « smart rock » qui transmettent un ensemble de données (localisation, variation de mouvement...) à des stations transitaires pour transmettre des signaux d'alertes. Nous présentons tout d'abord la problématique ensuite nous détaillons la technologie adoptée ainsi que l'architecture de notre système.

## II. LA TECHNOLOGIE LoRa (LONGRANGE)

Il existe aujourd'hui un très grand nombre de technologies de communication sans fil. Certaines sont standardisées (WiFi, Bluetooth, Zigbee) ; d'autres sont propriétaires (LoRa fabriqué par SEMTECH). Cette diversité de technologies peut être considérée comme une richesse, car chacune présente ses avantages, pour telle ou telle application.

Dans notre projet, ce que nous cherchons dans le choix de la technologie de communication consiste essentiellement en :

- La faible consommation d'énergie : mise à part qu'on cherche toujours à minimiser la consommation d'énergie, les capteurs sont conçus pour fonctionner durant des mois voire des années. Ainsi, la capacité énergétique des capteurs doit être utilisée efficacement afin de maximiser la durée de vie du réseau.
- La portabilité sur une longue distance : puisque qu'il s'agit d'installer les capteurs sur toute une

région montagneuse et couvrir le maximum possible de surface.

Le WiFi [1], régi par les normes du groupe IEEE 802.11, peut être envisagé. Mais vu sa consommation d'énergie (100mA), il ne convient pas à nos besoins malgré Le débit très élevé (jusqu'à 150Mbits). Le ZigBee [2] régi par les normes du groupe IEEE 802.15.4 peut être une solution pour les communications entre les capteurs et les balises car il possède une faible consommation (quelques  $\mu\text{A}$  en veille), est d'assez longue portée en milieu non urbain (1,6km par exemple avec un module RF de type Xbee PRO) ainsi qu'un débit faible mais conforme à un envoi de coordonnées/données de petites tailles. LoRa (Long Range) est la plus adaptée à nos besoins qui consomme peu et porte sur une très longue distance (plus importante que celle de ZigBee). Elle permet de transmettre des informations à un débit convenable (max 300kb/s). En effet, la technologie LoRa assure une communication à étalement de spectre ultra-long ainsi qu'une grande immunité aux interférences, tout en réduisant la consommation électrique, elle est basée sur le module radio iM880A qui allie un niveau de sensibilité maximal de -137 dBm avec une puissance de sortie maximale de +19 dBm, avec pour résultat un bilan de liaison de 156 dB et une portée supérieure à 15 km en environnement rural ou de 2-5 km en environnement urbain dense, en conformité avec les limites réglementaires européennes.. Le module iM880A assure une immunité aux interférences supérieure à celle des systèmes radio conventionnels, fournissant jusqu'à six séquences d'étalement orthogonales avec trois largeurs de bande du signal différentes et quatre systèmes de correction d'erreur.

### III. ARCHITECTURE

Le système se compose d'une architecture de réseau de capteurs sans fils s'appuyant sur la technologie radio Long Range (LoRa) du fabricant SEMTECH [3], la figure 1 ci-dessous présente un schéma topologique du système :

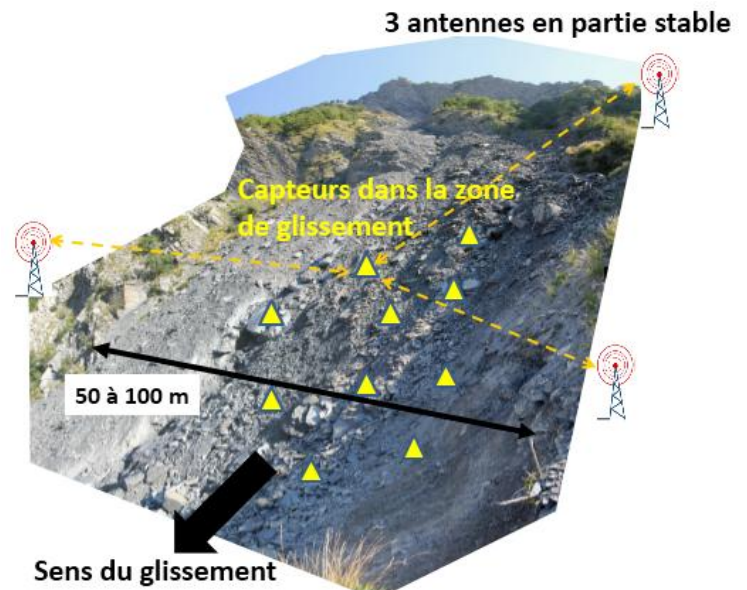


Figure1 : schéma topologique du système

On peut hiérarchiser le système en trois niveaux :

- Détection des mouvements par les capteurs et l'envoi des données aux antennes :

Un « smart rock » sera constitué de plusieurs types de capteurs (accéléromètre, inclinomètre, magnétomètre, capteur température, capteur pression...) et d'un module sans fils LoRa. Chaque « smart rock » permet la transmission des données aux antennes.

- La transmission des alertes au serveur par le biais des antennes :

Trois antennes seront disposées tout autour de cette zone et seront équipées du module sans-fil également. Parmi ces antennes, une sera élue antenne maitresse et les autres seront donc qualifiées comme esclaves. Lors d'une détection de mouvement, le « smart rock » émettra aux trois antennes ce qu'il a capté. Les deux antennes esclaves recevront le signal avec une certaine puissance. Elles retransmettront donc à l'antenne maitresse les données qu'elles ont reçues, avec la puissance associée. L'antenne maitresse aura ainsi trois valeurs de puissance de réception et sera donc en mesure de faire de la tri-latération pour localiser de manière approximative le « smart rock ».

- L'exploit des données :

Les données doivent être lisibles et compréhensibles sur une interface web par l'utilisateur.

#### IV. CONCLUSIONS

Le but de ce projet, est de déterminer une solution pour le glissement de terrain et ce à travers une solution embarquée efficace de géolocalisation. Pour ce faire, Il nous faudra un système capable d'être autonome énergiquement, et capable de transmettre sur de longues distances vu les grandes perturbations pouvant exister. Nous allons utiliser la technologie radio LoRa (Long Range), récemment standardisée, comme protocole de communication sans fils ; cette technologie basée sur l'étalement de spectre (ultra-long) permet d'obtenir une localisation même en condition d'enfouissement (boue, neige, etc.).

#### REFERENCES

- [1] Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications 2012, IEEE Computer Society.
- [2] Specific requirements Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs) Amendment 1: Add Alternate PHYs, IEEE Standard for Information technology Telecommunications and information exchange between systems, août 2007
- [3] SEMTECH , "Wireless & RF LoRa Family" available on: [www.semtech.com](http://www.semtech.com) June 2015