

## P10 Récepteur radio pour la détection des éruptions solaires

Encadrant 1 : BOURREAU Daniel      Département : Microondes

Encadrant 2 : DANIEL Emmanuel      Département : Optique

Encadrant 3 : CHONAVEL Thierry      Département : Signal et Com

Partenaire extérieur :              Association Observation Radio Pleumeur-Bodou (ORPB)

Patrick LASSUDRIE-DUCHESNE, [patrick.lassudrie-duchesne@orange.fr](mailto:patrick.lassudrie-duchesne@orange.fr),

Hervé SIZUN,                              [herve.sizun@wanadoo.fr](mailto:herve.sizun@wanadoo.fr),

Mots clés : *Météorologie de l'Espace, récepteur radio, ondes BF-TBF, numérisation de signaux,*

### ● CONTEXTE :

Les éruptions solaires, caractérisées par des sursauts d'intensité du rayonnement électromagnétique émis par le Soleil, sont susceptibles de perturber le fonctionnement de divers systèmes terrestres (Ex. : Réseaux électriques haute tension, pipelines, satellites, trafic aérien) [1]. La détection et la surveillance des éruptions solaires sont donc particulièrement utiles à la maintenance de ces systèmes. Cette activité s'inscrit dans le domaine général de la « Météorologie de l'Espace » (« Space Weather »). D'autres applications font également l'objet de recherches, en particulier dans le domaine de la surveillance sismique.

Une méthode simple de détection des éruptions solaires consiste à utiliser des récepteurs radio en Basses Fréquences et Très Basses Fréquences (gammes « BF-TBF » ou « LF-VLF » de 3 kHz à 300 kHz). En effet, les ondes électromagnétiques à ces fréquences peuvent se propager sur de longues distances (plusieurs milliers de kilomètres) selon des modes guidés dans le guide d'ondes formé par la Terre et l'ionosphère. Ainsi, un récepteur dans ces bandes peut permettre de mesurer les champs rayonnés par divers émetteurs d'opportunité répartis dans le monde. L'intérêt de telles mesures est d'effectuer une surveillance du canal de propagation dans le guide d'onde Terre-ionosphère. Ce dernier est en effet sensible aux éruptions solaires qui affectent l'ionosphère et modifient ainsi les conditions aux limites du guide d'onde Terre-ionosphère [2].

L'association à buts scientifiques ORPB (Observation Radio Pleumeur-Bodou) souhaite participer à l'avenir à ce thème d'études. A la suite d'un projet d'ingénieur S4 en 2013-2014, Télécom Bretagne, en collaboration avec l'association ORPB, a mis au point une chaîne de réception analogique permettant de mesurer les champs d'émetteurs BF-TBF. Un système de numérisation des signaux reçus (Convertisseur Analogique-Numérique - CAN) est également à l'étude.

D'autres applications sont également à l'étude, en particulier dans le domaine de la surveillance sismique. Une chaîne de réception identique sera installée dans le bâtiment de "l'Observatoire Astronomique" :

[http://www.telecom-bretagne.eu/vie\\_etudiante/observatoire-astronomique/](http://www.telecom-bretagne.eu/vie_etudiante/observatoire-astronomique/)

### Références

[1] REE 2014-2 : Les grandes éruptions solaires et leur impact, *André Deschamps* :

[2] Stanford Solar Center : [http://solar-center.stanford.edu/SID/docs/SID\\_Intro.ppt](http://solar-center.stanford.edu/SID/docs/SID_Intro.ppt)

### ● DESCRIPTIF SUCCINCT DU PROJET :

Le travail consistera, dans un premier temps, à évaluer les performances de la chaîne de réception analogique par des mesures en laboratoire. Les performances du système, en termes de sensibilité et de résistance aux interférences, seront estimées de façon théorique et expérimentale. Dans une seconde étape, après avoir pris connaissance des équipements de numérisation existant,, le travail consistera à tester et, si nécessaire, améliorer le dispositif de numérisation du signal de réception. Des logiciels de visualisation de séquences temporelles de signaux reçus et d'exploitation des spectres mesurés seront mis au point.

### ● LIVRABLES :

#### 1- Etude bibliographique 15%:

La propagation des ondes BF-TBF dans le guide d'onde Terre-ionosphère et ses applications (météorologie de l'espace, surveillance géologique, communications sous-marines, diffusion de l'heure, radio diffusion, radio navigation, ...etc.).

#### 2- Etude du système de réception analogique existant 15%:

Antennes actives, filtres analogiques et amplificateurs. Evaluation en laboratoire des performances (on examinera en particulier la sensibilité aux interférences et la dynamique de réception).

#### 3- Evaluation du système de numérisation sur PC des signaux reçus 15% :

Cette étape aboutira soit à la validation du système proposé ou bien au choix d'un système amélioré.

#### 4- Mise en œuvre du système de numérisation et fourniture de logiciels sous Matlab 25%:

Acquisition, visualisation et stockage des données numérisées (séquences de signaux temporels et spectres réalisés à intervalles de temps réguliers).

#### 5- Mise en forme et extraction des informations pertinentes pour la météorologie de l'espace 15%

#### 6- Rapport technique d'étude 15%

### ● OBJECTIFS PEDAGOGIQUES :

A l'issue de ce projet les élèves devraient être capables de :

- Analyser et évaluer les performances d'un système radio analogique ;
- Evaluer et mettre en œuvre un système de numérisation de signaux ;
- Réaliser des logiciels de visualisation et d'exploitation de données sous Matlab.

### ● PRE-REQUIS:

- Connaissance du langage Matlab.
- Initiation aux moyens de mesures analogiques.
- Compréhension des techniques de numérisation.