

# P20. Phoenix-Brest : étude d'une liaison radio HF

**Année 2015**

**Membres du groupe** : Jaurès DALLEY, Mahesh POUDEL, Fernando BARRERA, Kelix LUPO, Emilio MEJIAS.

**Partenaire** : Florent METRA, Freescale Toulouse

**Encadrants** : F. LE PENNEC et R. FLEURY - Département Micro-ondes, J. MENARD - Département Electronique.

**Mots clés** : Propagation ionosphérique, HF (Hautes Fréquences 3-30MHz), WSPR (Weak Signal Propagation Reporter), signaux de balise, Transceiver HF ICOM, antennes HF, radio amateurs

## **Résumé :**

Ce projet vise à établir une liaison radio HF entre le site de Telecom Bretagne à Brest et le site américain déjà opérationnel de Freescale localisé à Phoenix (Arizona, EU). Du fait de la variabilité temporelle et spatiale de l'ionosphère, il est nécessaire d'étudier les caractéristiques de propagation de ce type de liaison, de simuler, dimensionner, développer et assembler les équipements nécessaires pour l'établissement de cette liaison.

## **1. Présentation et contexte du projet**

Dans un monde globalisé et interconnecté, où la plupart des communications sans fil sont pratiquement instantanées, il est facile d'oublier la complexité des systèmes et des composants mis en jeu. Un domaine particulier des transmissions radio qui comprend la propagation de l'information en HF par réflexion ionosphérique, a continué de croître pendant des années. Ceci a permis de développer pour les particuliers et les professionnels de nouvelles techniques utilisant l'ionosphère comme un canal bidirectionnel pour communiquer à longues distances. C'est en ce sens que s'inscrit notre projet qui vise à établir une liaison radio de plus de 8 840 km en HF. L'enjeu étant de relever les défis spécifiques liés à la transmission d'informations à très longue distance, via l'ionosphère. Aussi parce que ces défis favorisent l'expertise technique et qu'ils contribuent à faire émerger certaines innovations, la société Freescale a soutenu nos expérimentations.

## **2. Méthodologie développée pour aboutir**

En fonction des affinités, nous avons attribué des rôles fonctionnels et techniques à chaque membre de l'équipe consignés dans un plan de management, permettant ainsi d'assurer le bon déroulement des différentes tâches et la compréhension du besoin client que nous avons formalisée dans le cahier des charges. Toutes les semaines, des réunions ont été organisées au cours du projet avec nos encadrants/client ou au sein du groupe pour tenir les parties prenantes informées de l'avancement, pour faciliter nos échanges et s'enquérir de notre avancement individuel ainsi que remonter aux encadrants nos difficultés et prendre les décisions adéquates.

### 3. Développement des différentes tâches et principaux résultats

#### 3.1 Recherches bibliographiques

La propagation HF et le rôle joué par l'ionosphère étaient un domaine totalement nouveau pour chacun des membres du groupe. Nous avons donc été amenés à conduire une étude bibliographique sur le sujet en incluant les travaux menés par les radioamateurs du monde entier pour ouvrir à des méthodes modernes d'usage de ces fréquences du spectre radioélectrique.

#### 3.2 Prise en main des différents logiciels

La prise en main de WSPR pour l'étude des éventuelles voies de propagation radio par l'utilisation de transmissions de signaux numériques à faible puissance, de VOACAP pour prédire la propagation point-à-point et FEKO pour la simulation des antennes s'est faite progressivement grâce aux explications de nos encadrants ainsi que de nos recherches sur divers sites radioamateurs. Les prédictions nous ont permis de dégager le choix de la fréquence de travail (21MHz et 14MHz) et les intervalles de temps favorables à un bon établissement de la liaison.

#### 3.3 Architectures étudiées

D'abord nous nous sommes basés sur des architectures typiques de chaîne de transmission radiofréquence utilisées notamment par les radioamateurs notamment le club radioamateur de Brest dont nous avons pu bénéficier de leur expérience. Ensuite nous avons pu disposer d'un transceiver (ICOM 7100) qui intègre l'essentiel des fonctions d'émission/réception. Nous l'avons associé à une antenne active présente sur site, le tout permettant le décodage de signaux WSPR provenant de zones géographiques parfois très éloignées (Japon, Phoenix). Aussi le passage en mode émission nécessite l'utilisation d'un amplificateur HF 500W associé à un filtre et deux relais fournis par le client Freescale Toulouse (voir figure 1). Nous avons dû également étudier en antenne filaire longue compatible avec ce mode émission (dimensionnement, balun, effets de sol, orientation).



Figure 1- Schéma du prototype de la chaîne expérimentale

#### 3.4 Test et validation

Une fois ce choix effectué a commencé le travail d'expérimentation, en mettant tout d'abord au point l'antenne, puis en testant et caractérisant le filtre passe-bas (21MHz) et l'amplificateur (500W). Pour s'assurer du bon fonctionnement nous avons effectué les tests élémentaires adéquats sur les différents composants de notre chaîne de réception puis émission avant de valider la chaîne dans son intégralité par une comparaison entre ces résultats obtenus et les simulations.

#### ***4. Conclusions et perspectives***

Ce projet a été l'opportunité de travailler, dans un contexte multiculturel, sur la plupart des aspects techniques liés à la transmission radio et pouvoir expérimenter cette liaison, une première du genre à Telecom Bretagne. La suite naturelle de notre travail est l'exploitation de cette chaîne expérimentale, les différentes prises en main logiciels et matériels qui serviront de base pour de nouvelles expérimentations ainsi que les relevés disponibles sur la base de données mondiale wspr.net, qui pourront servir à d'autres radioamateurs.