

Radar Passif Aéroporté : analyse de l'impact de la propagation sur le traitement des signaux DVB-T

Soutenance de thèse de Clément BERTHILLOT

Judi 20 Décembre à 14h00

Centrale Supélec
Gif-sur-Yvette

Jury

Mme Stéphanie Bidon - Professeur à l'ISAE-SUPAERO (Rapporteur)
M. Thierry Chonavel - Professeur à l'IMT Atlantique (Rapporteur)
Mme Sylvie Marcos – Directeur de recherche CNRS, Paris Saclay (Examineur)
M. Pier-Francesco Lombardo – Professeur, Université Sapienza de Rome (Examineur)
M. Marc Lesturgie – Professeur, SONDRONERA (Directeur de thèse)
Mme Agnès Santori – Enseignant chercheur de l'Ecole de l'air (PhD), CRÉA (Encadrante)
M. Dominique Poullin – Ingénieur de recherche, ONERA (Encadrant)
M. Olivier Rabaste - Ingénieur de recherche, ONERA (Invité)
Colonel Jacques Raout – Etat-Major de l'Armée de l'air (Invité)

Résumé

La littérature actuelle portant sur les systèmes radar consacre un nombre important d'études ayant trait à la détection radar passive, c'est-à-dire une détection mettant à profit des émetteurs déjà présents dans le paysage électromagnétique environnant, qu'ils soient dédiés à la télévision, la radio ou tout autre service. L'objectif du radar passif consiste à chercher les échos des signaux émis par ces émetteurs non coopératifs, provenant de cibles potentielles.

Les systèmes de détection passive étendent l'horizon des capacités des radars classiques. En premier lieu, il convient de souligner le fait qu'un radar passif n'est constitué que d'un récepteur. Il se caractérise donc avant tout par sa discrétion. A cela s'ajoutent un faible poids et une faible consommation électrique. Ces propriétés impliquent de fait un coût plus faible que les systèmes actifs. Mais surtout, ces caractéristiques en font un candidat pertinent pour être embarqué sur une plateforme de taille réduite, tel un drone par exemple. En outre, les radars passifs présentent par nature des protections contre la furtivité. Enfin, le système passif profite d'émetteurs dédiés à des applications terrestres, donc dont les transmissions couvrent la basse altitude. Un radar passif peut de ce fait apporter une contribution complémentaire là où il existe des lacunes de détection pour les altitudes les plus faibles. Un système passif aéroporté rassemble donc toutes ces caractéristiques. Malgré la maturité des systèmes passifs terrestres, le développement d'un tel système dans une version aéroportée reste un défi. Il est nécessaire tout d'abord d'adapter les traitements.

Le premier challenge porte sur la nécessité d'estimer le signal émis utilisé ensuite comme référence dans l'ensemble des traitements. Or la position du récepteur en altitude combinée avec le tilt marqué des antennes vers le sol entraînent un très grand nombre d'échos de sol. A cela s'ajoute la configuration des réseaux d'émetteurs civils, telle qu'il est possible de se retrouver en ligne de vue de plusieurs émetteurs exploitant la même fréquence. Ainsi le signal reçu est fortement composite et marqué par de nombreuses interférences. Le déplacement du récepteur engendre de plus un décalage Doppler pour tous ces multi-trajets, différents suivant leur direction d'arrivée. En conséquence, la reconstruction du signal émis est bien plus complexe que pour un système terrestre immobile. Le fouillis mesuré est alors caractérisé par une large somme de contributions diffuses et étendues en

Doppler. Il présente par conséquent une puissance élevée, suffisamment pour masquer des cibles potentielles. Donc il est nécessaire de modéliser ce fouillis et d'étudier les solutions pour le supprimer.

Enfin, le second enjeu de cette thèse porte sur la nécessité de disposer de données expérimentales. Pour déterminer les limites comme les avantages d'un système de détection passif aéroporté, il est indispensable de comprendre les mécanismes de propagation dans cet environnement aéronautique. La simulation d'un milieu aussi complexe ne peut reproduire exactement les comportements observés. Ainsi il est nécessaire de développer un système validé permettant d'obtenir des données conformes et exploitables afin de consolider les résultats énoncés. Une part importante de cette thèse a donc été dédiée aux travaux expérimentaux de conception et de mise en œuvre d'un récepteur radar passif aéroporté, et à l'acquisition de données réelles.

Les travaux de cette thèse ont porté sur l'analyse d'un système aéroporté de détection passive DVB-T ayant trois objectifs principaux :

1. Etudier l'environnement aéroporté afin d'expliquer la répartition du fouillis et son impact sur les traitements ;
2. Généraliser les traitements sol afin de les appliquer aux signaux aéroportés : de la restitution du signal de référence à la réjection du trajet direct et du fouillis ;
3. Développer un système expérimental permettant de tester ces traitements sur des signaux réels pour dépasser le cadre des simulations.

Mots-clés : radar passif aéroporté, DVB-T, OFDM, signal de référence, fouillis bistatique