

Système de détection de météores et d'aéronefs

Cédric Willemin

Abstract

Le radar militaire français GRAVES émet des ondes électromagnétiques en permanence sur la fréquence de 143.05MHz. Les ondes générées par le radar sont réfléchies par tout objet ou phénomène électriquement conducteur : satellites, avions ou traînées d'ionisation formées par des météores. Le signal réémis par l'objet est capté par une antenne de réception.

Si l'objet est en mouvement, l'onde réfléchie verra sa fréquence augmenter ou diminuer en fonction de sa vitesse radiale par rapport au radar, mais aussi par rapport au mouvement de l'observateur. Ce phénomène de décalage de fréquence est connu sous la dénomination d'effet Doppler. Il suffit de déterminer ce décalage pour définir la vitesse réelle de l'objet, sa trajectoire ainsi que d'autres informations sur la nature de l'objet.

Problématique

Un météoroïde (terme désignant un météore lorsqu'il est encore dans l'espace) pénètre dans la mésosphère, couche de l'atmosphère située à une centaine de kilomètres d'altitude, à une vitesse hypersonique. Le météore forme lors de sa chute dans l'atmosphère, une traînée d'ionisation qui reflète très bien les ondes électromagnétiques. Les avions, les satellites et tous les autres conducteurs électriques réfléchissent également ces ondes. Un signal émis par un radar émetteur militaire est retransmis par les objets avec un décalage Doppler, puis est collecté par une antenne de réception placée sur la toiture du gymnase de la rue des Alpes à Bienne. Le signal est véhiculé jusqu'à un PC où il est traité au moyen d'un logiciel.

Méthode

Le radar militaire français GRAVES émet en permanence sur la fréquence de 143.05MHz. L'onde est réfléchie par un objet puis se retrouve décalé en fonction de la vitesse radiale de ce dernier. Ce phénomène de décalage de fréquence Doppler est comparable à la hauteur du son émis par la sirène d'une voiture de police qui, quand elle se rapproche de l'observateur, devient plus aiguë. L'onde est captée par le système de réception via une antenne ground plan (GP) réalisée sur mesure. Un préamplificateur et un filtre passe-bande ont été insérés pour offrir plus de sensibilité et de sélectivité. Le signal est ensuite transmis à un récepteur USB type Funcube Dongle PRO+. Le logiciel informatique Spectrum Lab V2 permet une visualisation de type chute d'eau (Waterfall) de ce signal ; c'est-à-dire le défilement du temps en ordonnée et le décalage Doppler en abscisse. Les valeurs d'abscisse positives correspondent à une augmentation de fréquence par rapport à la fréquence nominale, alors que les valeurs négatives indiquent une fréquence captée inférieure à celle émise par le radar.

Résultats

Avions : Il est possible de les reconnaître, car leur vitesse de croisière et donc l'effet Doppler engendré par celle-ci est relativement faible. De plus, ils sont très nombreux.

Météores : Beaucoup de météores pénètrent dans l'atmosphère et une grande partie d'entre eux se consomment intégralement quasiment instantanément. Contrairement aux aéronefs, le météore présente de très fortes variations Doppler sur une très brève durée. Le nombre de météores détectés lors d'une période durant laquelle une pluie d'étoiles filantes est attendue, comme par exemple lors des Perséides ou lors des Aquarides, augmente considérablement.

Satellites : La position et l'instant de passage de certains satellites comme par exemple l'ISS (Station Spatiale Internationale) sont des données accessibles au public. On peut donc affirmer avec certitude qu'il s'agit de satellites, car leur vitesse, par exemple d'environ 24'000 km/h, est plus élevée que celle des avions, mais bien plus faible que celle des météores.

Discussion

Pour rendre les données plus pertinentes, il serait envisageable de traiter numériquement le signal reçu par l'antenne et de supprimer informatiquement les parasites engendrés par certains objets électroniques.

Conclusions

Le système de détection basé sur cette configuration est opérationnel par tous les temps, de jour comme de nuit. Le nombre de détection de météores s'élève à environ dix par heure. La plausibilité des résultats a été vérifiée de différentes façons, comme les pluies d'étoiles filantes des Perséides. Plus de 10500 météores ont été détectés durant cette période. La fréquence de détection de météores s'élève à environ trente par heure pendant la pluie des Perséides. Les résultats peuvent être consultés ultérieurement car la prise de mesures se fait automatiquement.

Pour approfondir les résultats, il serait possible d'opérer par triangulation sur plusieurs sites, permettant ainsi de quantifier raisonnablement la vitesse des objets détectés.