

Impact d'Obstacles Proches sur les Performances des Radars Primaires et Secondaires de l'Aviation Civile

Alexandre Chabory, Christophe Morlaas, Rémi Douvenot, Hélène Galiègue

▶ **To cite this version:**

Alexandre Chabory, Christophe Morlaas, Rémi Douvenot, Hélène Galiègue. Impact d'Obstacles Proches sur les Performances des Radars Primaires et Secondaires de l'Aviation Civile. ENVIREM 2019, Influence de l'environnement électromagnétique quels enjeux en termes de modélisations et systèmes de mesures ?, Jul 2019, Palaiseau, France. hal-02943128

HAL Id: hal-02943128
https://enac.hal.science/hal-02943128

Submitted on 18 Sep 2020

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.

Impact d'Obstacles Proches sur les Performances des Radars Primaires et Secondaires de l'Aviation Civile

A. Chabory[1], C. Morlaas[1], R. Douvenot[1] H. Galiègue[1]
[1]ENAC, TELECOM-EMA, Université de Toulouse, France

***Résumé*—Les obstacles de grandes dimensions (bâtiments, champs de panneaux solaires, ...) peuvent dégrader les performances des radars primaires et secondaires d'approche de l'aviation civile. Dans cet article, une approche pour modéliser l'ensemble de ces perturbations est présentée.**

I. Introduction

Les équipements de communication, navigation et surveillance (CNS) de l'aviation civile installés à proximité des grandes plateformes aéroportuaires doivent fonctionner dans des environnements parfois très contraints. Pour tout nouveau projet, qu'il s'agisse de la construction d'un nouveau terminal, d'un hangar ou d'une ferme solaire, il est indispensable de vérifier le maintien des niveaux de performances nécessaires à la sécurité du trafic aérien.

Pour les radars primaires et secondaires d'approche [1], des zones de servitudes à l'intérieur desquelles les constructions sont interdites existent. Lorsqu'un projet de construction perce ou s'approche notablement d'une zone de servitude, il existe un besoin d'étude d'impact permettant de vérifier la compatibilité du projet avec le radar existant.

L'objectif de cet article est de proposer une méthode d'analyse pour cette problématique. La première section est consacrée aux aspects simulations électromagnétiques. Les deuxième et troisième sections abordent respectivement les risques associés aux radars primaires et secondaires.

II. Simulation électromagnétique

A. L'hypothèse champ lointain

Une approche simple pour estimer l'impact d'obstacles sur un radar repose sur l'utilisation de l'hypothèse champ lointain. L'antenne est alors caractérisée par son diagramme de rayonnement et l'obstacle par sa surface équivalente radar. Cependant, aux fréquences des radars d'approche de l'aviation civile (bandes L et S), les distances champs lointain associées à l'antenne et à l'obstacle sont au minimum de plusieurs centaines de mètres. Ainsi, antenne et obstacle sont rarement en champ lointain l'un de l'autre. Les simulations sont donc réalisées en tenant compte d'aspects champ proche.

B. L'antenne

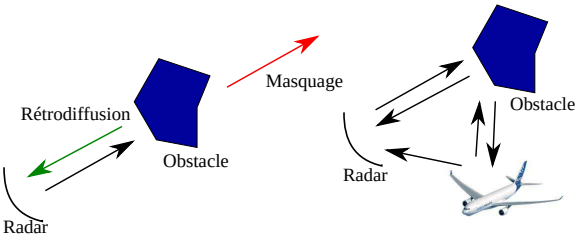
Afin de reconstituer le champ proche de l'antenne d'un radar, une transformation champ lointain - champ proche est utilisée [2]. Cette solution ramène le rayonnement du radar au rayonnement de courants électrique et magnétique distribués sur une ouverture équivalente qui est calculée à partir du diagramme champ lointain. Cette ouverture équivalente peut être utilisée aussi bien en émission qu'en réception via le principe de la réaction de Rumsey.

C. Champs diffractés par les obstacles

Les obstacles à étudier sont souvent recouverts de surfaces métalliques de grandes dimensions devant la longueur d'onde. Les méthodes de courants sont donc utilisées. Pour les surfaces pour lesquelles il n'existe pas d'interactions multiples, les courants peuvent être calculés par optique physique. Pour les surfaces pour lesquelles il existe ce type d'interactions, le calcul repose sur la méthode des moments. La prise en compte des interactions multiples est notamment indispensable en présence de dièdres ou de trièdres qui impactent fortement les radars primaires par une augmentation de la rétrodiffusion.

III. Radar primaire

Lorsqu'un radar primaire pointe en direction de l'obstacle, quatre risques doivent être évalués (figure 1). Dans cette section, l'évaluation de ces risques à partir du champ diffracté par l'obstacle est expliquée.



(a) Rédrodiffusion et masquage (b) Multitrajets

FIGURE 1: Risques pour un radar primaire

A. *Risque en rétrodiffusion*

Le premier risque est dû à la rétrodiffusion qui correspond au signal revenant directement de l'obstacle sur le radar. Ce signal peut générer un écho fantôme, voire saturer la chaîne de réception du radar.
Pour évaluer ce risque, le champ électrique rétrodiffusé sur l'ouverture équivalente au radar est calculé. À partir de ce champ il est possible d'obtenir la puissance de l'écho fantôme éventuel à partir de la réaction de Rumsey.

B. *Risque de masquage*

Le deuxième risque est associé à la modification du rayonnement du radar dans sa direction de visée. Il s'agit de quantifier la modification du diagramme de rayonnement en présence de l'obstacle. Cette modification peut dégrader la portée du radar.

C. *Risque en multitrajet*

Il existe un risque de perturbation supplémentaire lorsqu'un aéronef se situe à proximité de l'obstacle. Dans ce cas le champ diffracté par l'obstacle peut venir illuminer de manière intempestive cet aéronef. Comme montré sur la figure 1b, la présence de l'aéronef va alors générer principalement deux types de multitrajets :

— radar → obstacle → aéronef → radar ;

— radar → obstacle → aéronef → obstacle → radar.

Pour modéliser ce cas, le champ électrique diffracté par l'obstacle est calculé au niveau de l'aéronef. Il est alors possible de calculer la puissance de l'écho fantôme éventuel à partir de ce champ en passant par le théorème de réciprocité.

IV. Radar secondaire

Pour les radars secondaires, les risques sont différents car l'aéronef est une cible coopérative qui répond à une interrogation du radar via son transpondeur. Lorsque le radar pointe en direction de l'obstacle, il existe alors deux risques dont l'étude est détaillée dans cette section (figure 2).

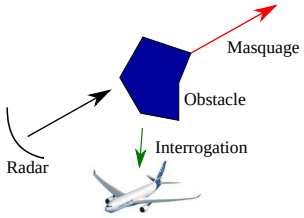


FIGURE 2: Risques pour un radar secondaire

A. *Risque de masquage et erreur d'écartométrie*

Comme pour le radar primaire, un risque est associé à la modification du rayonnement du radar dans sa direction de visée. Les radars secondaires aviation civile sont monoimpulsions : leurs antennes possèdent une voie somme et une voie différence, ce qui permet d'améliorer la précision angulaire. L'obstacle peut dégrader ce type de fonctionnement ce qui induit une erreur, appelée erreur d'écartométrie. Cette dernière s'obtient en calculant les diagrammes des voies somme et différence en présence du champ diffracté par l'obstacle.

B. *Risque d'interrogation hors axe de visée*

Pour les radars secondaires, il existe aussi un risque que le champ renvoyé par l'obstacle déclenche des interrogations d'aéronefs qui ne sont pas dans l'axe de visée du radar. Ce risque s'évalue en calculant le champ diffracté au niveau de l'aéronef. À partir de ce champ, il est possible de déterminer si la puissance reçue par le transpondeur dépasse sa sensibilité.

V. Conclusion

Dans cet article, une approche pour évaluer l'impact d'obstacles à proximité de radars primaire et secondaire de l'aviation civile a été proposée.

Références

[1] P.A. Lynn, *Modern Surveillance Radar for Civil Air Trafic Control*, Springer US, 1987.

[2] P.M. Woodward, J.D. Lawson, "The theoretical precision with which an arbitrary radiation-pattern may be obtained from a source of finite size", Journal of the Institution of Electrical Engineers-Part III : Radio and Communication Engineering, vol. 95, no. 37, pp. 363-370, 1948.