

Prédiction statistique de signatures optiques et besoins en planification d'expériences numériques
G. Durand, A. Roblin

L'Onera étudie depuis plus de vingt ans les signatures dans le domaine optique d'objets d'intérêt militaire tels que les avions et les missiles. Par signature, on entend un ensemble de grandeurs permettant de prédire le signal qui serait observé par un capteur optronique lorsque l'objet est placé dans son environnement. La connaissance de ce signal est indispensable à l'évaluation des possibilités de détection de cet objet. Jusqu'à récemment, les travaux ont été tournés vers la compréhension des phénomènes physiques à l'origine de la signature infrarouge de ces objets. Ainsi, on s'est attaché à vérifier que les principales propriétés de la signature infrarouge étaient prédites par les modèles. Par exemple, pour un avion de combat placé dans un environnement atmosphérique donné, la signature infrarouge dépend, au premier ordre, du domaine spectral retenu, de l'angle d'aspect sous lequel est observé l'avion, de la distance entre l'avion et le système de détection et de la vitesse de l'avion. Les travaux ont donc été consacrés à vérifier l'aptitude des modèles à décrire ces dépendances. Ces travaux nous ont ainsi conduits à réaliser des mesures de signatures dans des conditions aussi bien définies que possible, en essayant notamment de diminuer les effets atmosphériques sur la signature, afin de remonter aux propriétés à la source.

Il est clair qu'un modèle permettant de calculer la signature d'un avion assez bien connu dans un environnement assez bien maîtrisé est insuffisant pour quantifier les performances de détection d'un futur système optronique. En effet, plusieurs sources de variabilités conduisent à une dispersion des valeurs de signatures susceptibles d'être rencontrées par le système optronique. Parmi ces sources, on peut citer : les conditions d'environnement atmosphérique, les conditions de présentation de l'avion, la méconnaissance partielle des propriétés détaillées de l'avion... Or, ces conditions mal connues constituent les données d'entrée du modèle de signature. On est donc face au problème de la modélisation de la dispersion de la signature infrarouge d'un avion, lorsque les conditions de calculs sont elles aussi dispersées, soit de manière intrinsèque, soit par suite de leur méconnaissance.

Plusieurs difficultés ont été mises en évidence lors de l'étude préliminaire de la dispersion de la signature infrarouge d'un avion. Par exemple, le modèle possède un grand nombre de données d'entrée, supérieur à plusieurs dizaines. En second lieu, la signature possède une dépendance non linéaire avec plusieurs variables du problème. Ainsi, le contributeur principal à la signature dépend à la fois de la bande spectrale, de la distance et de l'angle d'aspect. Enfin, le temps de calcul d'une configuration spécifique pour laquelle toutes les données d'entrée sont définies par une valeur numérique est tel que le nombre total de calculs réalisables est limité (typiquement inférieur à 10^4).

Dans une première étape, nous avons été amené à appliquer les plans d'expériences sur un domaine de variation restreint des entrées du modèle. La présentation sera consacrée à une description de la problématique du calcul statistique des signatures, des voies envisagées pour y répondre et des difficultés rencontrées.