



UE 6.1 – Compte-rendu d’entretien FISE - 2021



ENSTA Bretagne
2 rue F. Verny
29806 Brest Cedex 9, France

Ingénieur des Études et Techniques de l’Armement
BARRET Maxime, maxime.barret@ensta-bretagne.org

[06 33 33 82 26](tel:0633338226)

Introduction

Dans le cadre du projet 6.1, préparant au Projet de Fin d'Études, j'ai choisi le projet PARCISER. Plus précisément, le sujet *Approche parcimonieuse pour la représentation 2D de la SER* a attiré mon attention par rapport à l'aspect SER et RADAR : en effet, ces notions concordent avec mon projet professionnel et les domaines d'expertise de la DGA. De plus, suite aux cours de représentations parcimonieuses dispensés par Charles Vanwynsberghe et Angélique Drémeau, j'ai été initié à la parcimonie, et ai pu manipuler les notions sur des supports semblables à ceux demandés par le sujet.

Le Dr. Comblet va superviser ce sujet. Afin d'en apprendre plus, j'ai pris rendez-vous avec ce dernier pour savoir quelles sont ses attentes. Le mercredi 21 Octobre, j'ai donc eu une introduction aux diverses notions qui seront utilisées, mais aussi une visite des moyens matériels dont dispose l'ENSTA Bretagne.

I- Objectifs

Les objectifs de ce projet sont, dans un premier temps de se familiariser avec les différentes notions auxquelles je serai confronté.

1. SER

La Surface Équivalente RADAR est une propriété physique d'un objet illuminé par une onde électromagnétique. Cette mesure s'exprime en m^2 , et dépend de beaucoup de paramètres : la forme de l'objet, les matériaux dont il est constitué, les caractéristiques physiques de l'onde éclairant l'objet (polarisation, angle d'incidence, longueur d'onde, ...).

Cette grandeur σ intervient directement dans l'équation du RADAR, liant la puissance d'un écho reçu à la puissance émise par le RADAR. Dans le cas général et bistatique, cette équation s'écrit :

$$P_r = P_e \frac{G_e G_r \lambda^2}{(4\pi)^3 R_1^2 R_2^2} \frac{1}{L} \sigma$$

Où

- P_r est la puissance reçue par le RADAR
- P_e est la puissance émise par le RADAR
- G_e et G_r sont les gains respectifs des antennes d'émission et de réception
- λ est la longueur d'onde
- R_1 et R_2 sont les distances de l'objet éclairé aux deux RADAR.
- L est un terme de pertes

Dans le cadre monostatique (un unique Radar émet l'impulsion et reçoit l'écho), on a :

$$G_e = G_r \text{ et } R_1 = R_2$$

En ayant la main sur le gain, à la longueur d'onde, la distance, et en maîtrisant l'environnement du canal de transmission (limitant ainsi le terme de pertes), nous pouvons mesurer la SER d'un objet.

Plus la SER d'un objet est grande, plus détectable il sera. Ça peut être une bonne chose, par exemple pour un avion de ligne ou un voilier en pleine mer, tout comme cela peut être un désavantage pour un système furtif. Dans le premier cas, on pourra par exemple utiliser des lentilles de Lüneberg pour augmenter la SER, dans le second cas, on pourra utiliser des matériaux spécifiques et des formes géométriques particulières pour baisser la SER.

2. Parcimonie

La représentation parcimonieuse des signaux est la représentation d'un signal avec un faible nombre de coefficients significatifs. Par définition, un signal est dit parcimonieux lorsque la plupart de ses coefficients sont nuls (ou presque). Selon les situations, représenter un signal de manière parcimonieuse peut nous amener à utiliser plusieurs types d'algorithmes, pouvant donner des résultats aussi bien voire meilleurs avec des temps de calcul contenus.

3. Imagerie SER

Le but final du projet sera de mettre en place une technique parcimonieuse d'imagerie SER en 2D, en s'inspirant de la méthode *SPRITE*. Obtenir une image 2D ou 3D de la SER d'un objet permet, en situation, de pouvoir les classer : ce qui est particulièrement utile dans un contexte opérationnel (Naval, Aérien, ...)

II- Ressources à disposition

1. Ressources bibliographiques

Pour partir sur de bonnes bases, le Dr. Comblet m'a fait parvenir plusieurs documents :

- Deux articles issus de *Techniques de l'Ingénieur*, respectivement sur la furtivité RADAR, et les techniques de mesure de la SER
- Deux articles *IEEE* concernant la méthode *SPRITE* : Sparse RADAR Imaging Technique.

Les articles de *Techniques de l'ingénieur* permettent de sensibiliser aux notions de furtivité, de la SER et de sa mesure, tandis que les articles *IEEE* se focalise sur l'approche parcimonieuse pour la représentation 3D de la SER.

2. Chambre anéchoïque

Afin de mesurer et d'obtenir une image 2D de la SER d'un objet, l'école possède une chambre anéchoïque. Les murs de cette salle sont recouverts d'un matériaux spécial en forme de pyramides, faisant office de piège à ondes. (Dissipation de l'onde par effet Joule).

Cette dernière possède deux antennes cornets à double polarisation posées sur un rail, reliées à un analyseur de réseau vectoriel. La cible est posée sur un support possédant trois moteurs permettant de modifier l'élévation, le gisement, et le roulis, le tout étant commandé par un ordinateur et une IHM situé derrière la salle.

Les deux antennes cornet seront si proche, que l'on peut considérer notre situation comme quasi-monostatique. (Voir l'influence de l'angle entre les antennes sur la SER – Techniques de l'ingénieurs)

3. Ressources informatiques

Outre l'ordinateur pilotant le support où est posé la cible à éclairer, j'utiliserai mon ordinateur personnel ainsi que le logiciel Matlab®. Matlab est particulièrement pratique pour manipuler des matrices, et possède déjà de nombreuses *Toolboxes* permettant de garder un script concis et efficace.

Les données à traiter sont des matrices dont les lignes correspondent aux différentes fréquences, et les colonnes aux différents angles d'observation (gisement de notre cible). Sur une partie de ces données, on appliquera une transformée inverse de Fourier, puis une transformée de Fourier permettant de créer une image 2D d'une certaine résolution.

Il est probable que j'obtienne des mesures simulées afin de tester les méthodes au préalable.

Travail à effectuer pour les prochaines séances

Après rédaction de ce compte-rendu, je vais lire plus en détail les documents qui m'ont été fourni, et relire mes cours de Représentation Parcimonieuse.

Lorsque je serai à l'aise avec les notions, j'essaierai de travailler avec des données simulées. Le Dr. Comblet a mentionné qu'il possède un script Matlab permettant d'en générer.

A partir de là, il me faudra mettre en place la méthode classique de génération d'image 2D, mais aussi d'adapter *SPRITE* à un cas 2D.