

# Caractérisation de cibles radar par Décomposition Pyramidale en Ondelettes du Signal

*Dr Christophe Charrier, stagiaire postdoctoral*

*Dr Gilles Y. Delisle, directeur de recherche*

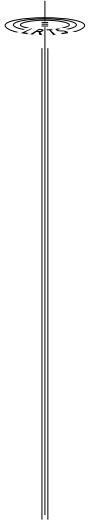
*Abstract: A radar target is usually characterized by its radar cross section (RCS) that allows to define salient points, labeled as scattering points. Nevertheless, these points are not sufficient to determine the target's size. The application of wavelet pyramidal decomposition to the RCS interpretation brings significant additional informations that yield to an eventual determination of the target size. This algorithm is applied to a complex a target composed of one cylinder and four blades, which approximates a missile. Recognition of the target is possible along with each one of its components.*

*Résumé: Les cibles radar sont caractérisées par leur section efficace radar, qui permet de définir des points caractéristiques de la cible, appelés points brillants. Or ces points ne suffisent pas à définir les dimensions de la cible. L'utilisation d'une décomposition pyramidale du signal en ondelettes permet d'obtenir ce gain d'information en permettant, entre autres, de définir les dimensions de chacun des éléments constituant la cible. Ce processus est utilisé sur un objet formé d'un cylindre et de quatre plaques rectangulaires, le tout représentant succinctement un missile. Non seulement il est possible de reconnaître l'objet, mais également chacun des éléments le constituant.*

## 1. Introduction

Une cible radar est généralement caractérisée par sa Section Efficace Radar (SER) [1,2]. Il s'agit d'une mesure de la faculté que possède une cible de réémettre l'énergie incidente. Le signal ainsi émis permet d'obtenir un certain nombre de points de la cible, communément appelés points brillants.

Cependant ces points, même s'ils permettent une description correcte de la cible, ne sont pas nécessairement suffisamment porteurs d'informations sur la taille de la cible elle-même, et a fortiori, sur la taille de ses composants. L'application de la décomposition pyramidale en ondelettes de la SER d'une cible apporte les informations nécessaires quant à la mesure de la taille de chacun de ses composants.



## 2. La décomposition en ondelettes

Les ondelettes peuvent être succinctement décrites comme un ensemble de fonctions qui peuvent être utilisées efficacement dans l'approximation de signaux [3]. Cette représentation résulte d'une série d'opérations de translation et de dilatation du signal original. Cette technique a été très largement utilisée dans le domaine de la compression des images [4,5].

En utilisant la représentation d'un signal  $f(x)$  en ondelettes, ce dernier est caractérisé par un certain nombre de coefficients  $a(j,k)$  et par des ondelettes  $\Psi_{j,k}(x)$  :

$$f(x) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} \sum_{k=-\infty}^{\infty} a(j,k) \Psi_{j,k}(x)$$

Les ondelettes les plus fréquemment utilisées sont les ondelettes de multirésolution temporelle ou spatiale. Elles sont des fonctions générées à partir d'une fonction mère  $\Psi(x)$  par dilatation et translation. Ainsi, les autres ondelettes  $\Psi_{j,k}(x)$  dérivent de l'ondelette mère  $\Psi(x)$  par la relation suivante :

$$\Psi_{j,k}(x) = \frac{1}{\sqrt{2}} \psi(2^{-j}x - k)$$

où  $j$  est un réel strictement positif qui représente un facteur d'échelle et  $k$  est un réel représentant un facteur de translation. Ces ondelettes permettent ainsi une décomposition multirésolution du signal

## 3. Application à la SER

La décomposition est réalisée sur les deux signatures polaires de la cible, ainsi que sur l'amplitude et la phase du signal.

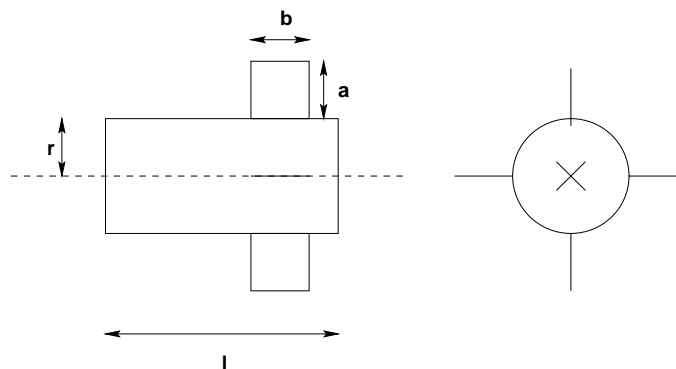


Figure 1 : Objet composé d'un cylindre et de quatre plaques rectangulaires

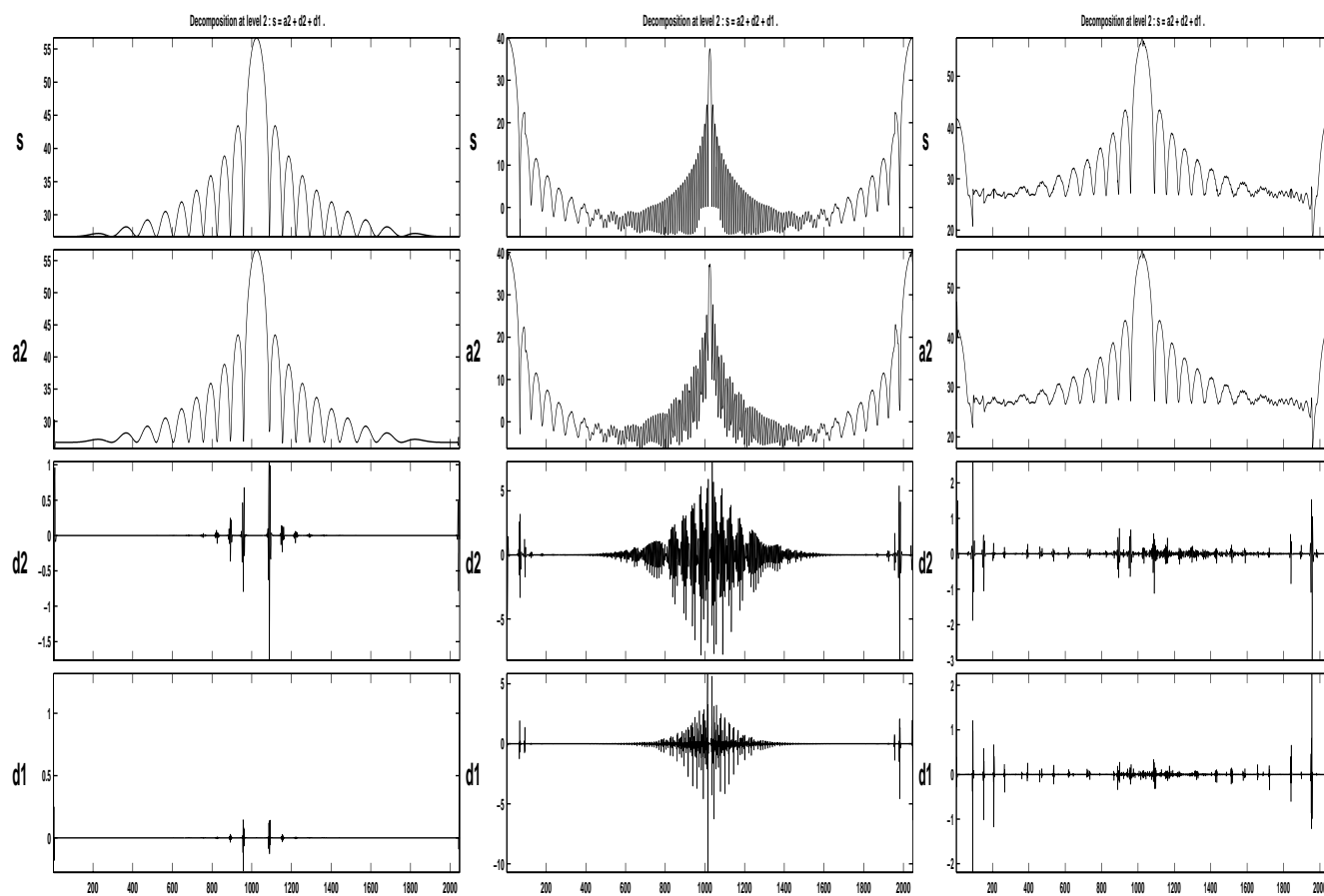
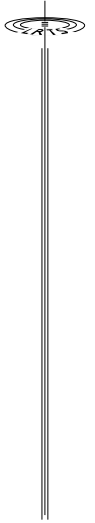


Figure 2 : Résultats de la décomposition de la SER d'un cylindre, d'une plaque rectangulaire et de l'objet par les ondelettes.

Soit une cible composée d'un cylindre et de quatre plaques rectangulaires; le tout formant une esquisse de missile (Cf. figure 1) . La décomposition pyramidale de la SER pour un objet de ce type est représentée à la figure 2. De même on retrouve dans cette même figure le résultat de la décomposition pour le cylindre seul et la plaque circulaire.

En effectuant une dilatation et une translation du signal de la plaque et du cylindre, on retrouve plus ou moins finement la SER de l'objet. En se basant sur la SER du cylindre unitaire et de la plaque unitaire, on en déduit les dimensions des composantes de l'objet de la figure 1. Le tableau 1 présente une série de résultats obtenus avec cet objet. Les pourcentages de reconnaissance obtenus par la technique de décomposition pyramidale en ondelettes de la SER sont très acceptables. Cependant, on note une difficulté de reconnaissance de la longueur du cylin-



dre. Ceci est en partie dû au faible nombre de coefficients intervenant dans cette reconnaissance.

*Tableau 1: Résultats obtenus à une fréquence de 1GHz. Toutes les dimensions de la cible sont exprimées en fonction de la longueur d'onde. Le pourcentage suivant la valeur de la dimension représente le pourcentage de reconnaissance.*

$r(\lambda)$ - %	$l(\lambda)$ - %	$a(\lambda)$ - %	$b(\lambda)$ - %
2 - 86 %	10 - 60 %	3 - 95%	3.6 - 94 %
4.6 - 89%	21 - 43%	2.9 - 93%	4.6 - 90%
6 - 78 %	14 - 26%	4.4 - 93%	2.6 - 98%

## Références

- [1] N. Levanon, *Radar Principles*, John Wiley & Sons, Inc., 1988.
- [2] E. F. Knott, J. F. Shaffer, and M. T. Tuley, *Radar Cross Section*, Artech House, 1993.
- [3] S. Mallat, "A theory for multiresolution signal decomposition: the wavelet representation", *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 11, pp. 674-693, July 1989.
- [4] M. Antonini, M. Barlaud, P. Mathieu, and I. Debauchies, "Image coding using wavelet transform," *IEEE transactions on Image Processing*, vol. 1, pp. 205 -220, 1992.
- [5] P. Saipetch, B. K. Ho, R. Panwar, M. Ma and J. Wei, "Applying wavelet transforms with arithmetic coding to radiological image compression", *IEEE Trans. on Eng. in Medicine and Biology*, vol. 14, pp. 587-593, 1995