

APPLICATION DES RÉSEAUX DE NEURONES À LA RÉSOLUTION D'UN PROBLÈME DIRECT PAR SCATTEROMÉTRIE

**Saka GONI^{1*}, Nandiguim LAMAÏ², Alexis Mouangué NANIMINA²
et Alain MATIBEYE³**

¹*Institut Universitaire Polytechnique de Mongo, BP 4377, Tchad*

²*Institut National Supérieur des Sciences et Techniques d'Abéché, BP 130,
Abéché, Tchad*

³*Université de Sarh, BP 105, Sarh, Tchad*

* Correspondance, e-mail : lamaïhubert@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Nous nous sommes intéressés dans ce travail, à l'application des réseaux de neurones à la résolution d'un problème direct par scatterométrie. Notre travail se situe dans la suite des études faites sur la scatterométrie par réseaux de neurones et consiste à la détermination par une signature Scatterométrique d'un réseau avec trois paramètres. Une étude par réseaux de neurones est faite en calculant l'erreur quadratique et les signatures calculées par la MMMFE. Ensuite, elle est comparée à la détermination du réseau périodique obtenu par la connaissance des intensités lumineuses.

Mots-clés : *réseaux de neurones, scatterométrie, MMMFE, Matlab.*

ABSTRACT

Application of neuron networks to the resolution of a direct problem by scatterometry

We were interested in this work, the contribution of neural networks to the resolution of a direct problem by scatterometry. Our work is in the continuation of the studies made on the scatterometry by networks of neurons and consists in the determination by a Scatterometric signature of a network with three parameters. A study by neural networks is made by calculating the quadratic error and the signatures calculated by the MMMFE. Then, it is compared to

the determination of the periodic grating obtained by the knowledge of the luminous intensities.

Keywords : *neural networks, scatterometry, MMMFE, Matlab.*

I - INTRODUCTION

Ce travail consiste à élargir les études faites par G. Saka et al. [1, 2], dans la résolution du problème direct par réseaux de neurones sur 4 paramètres [cd, h, hr, λ] en entrée du réseau de neurones (RN) tout en utilisant le perceptron multicouche (PMC)[1] avec 2 mesures en sa sortie sur deux plages. Cette étude nous a permis de montrer que le problème direct a été toujours résolu par 2, 3 ou même jusqu'à 5 paramètres géométriques du profil à étudier mais pas en ajoutant un paramètre supplémentaire comme le spectre. L'objectif de notre étude est d'élargir le nombre de mesures par réseaux de neurones afin de réduire des erreurs Rms globales[1, 2].

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Matériel

Nous reprenons ici le principe de l'obtention de la signature scatterométrique et la MMMFE (Multilayer Modal Method by Fourier Expansion), utilisée dans les précédents travaux[1,2].

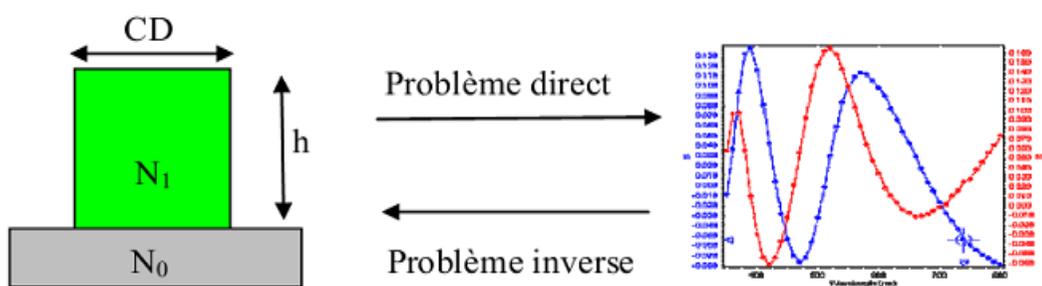


Figure 1 : *Problème direct et inverse en scatterométrie[3]*

II-2. Méthodes

L'étude pour la résolution du problème direct par réseaux de neurones se base sur les critères suivants[3] :

III - RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les différentes *Figures* ci-dessous donnent les résultats obtenus lors de notre mesure, suivie d'une analyse.

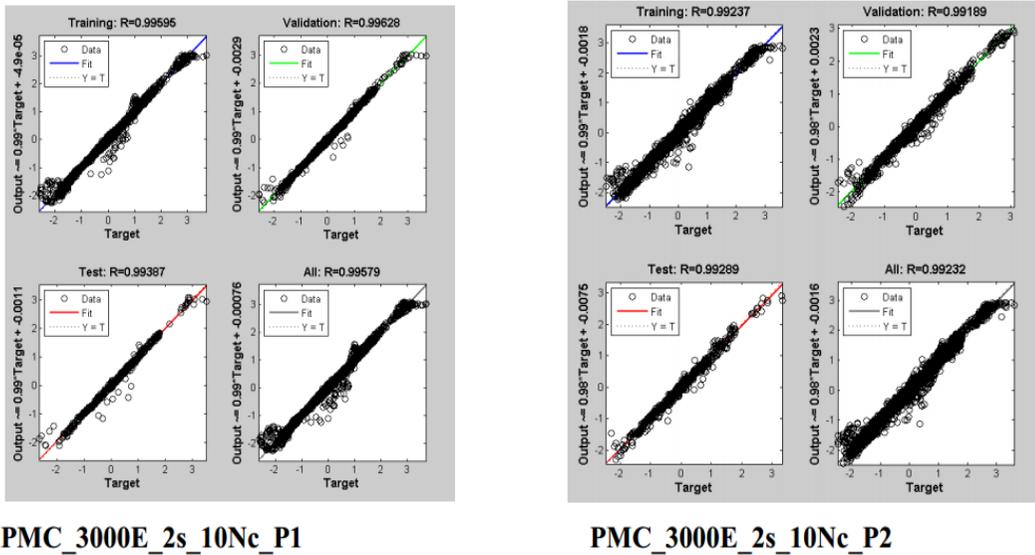


Figure 3 : Représentation des différents paramètres normalisés calculés par le PMC sur les corpus d'entraînement, de validation et de test

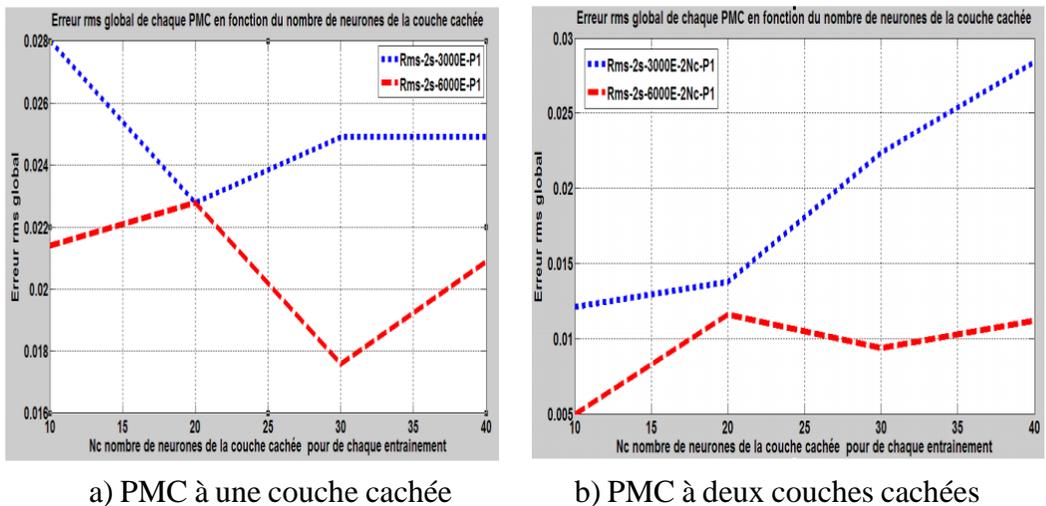
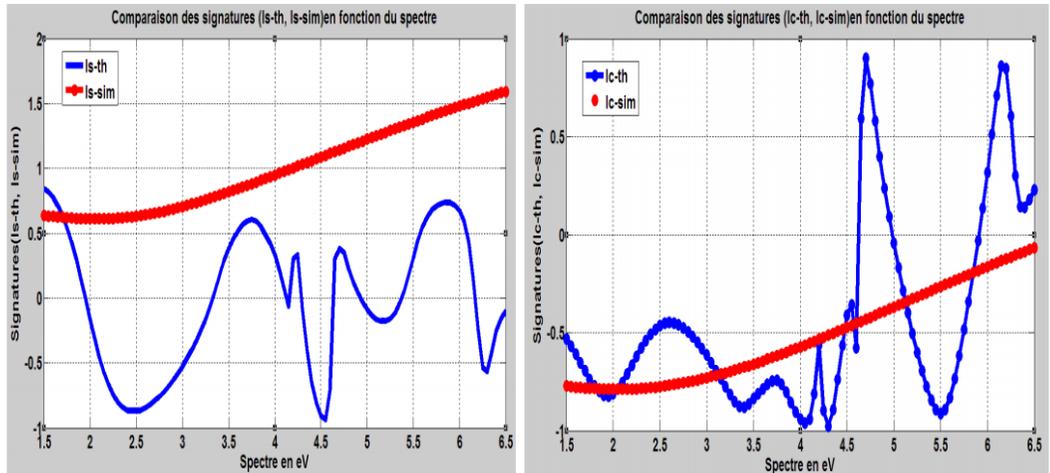


Figure 4 : Courbes d'erreur RMS en fonction du nombre de neurones de la couche cachée



PMC_2Nc10_6000E_2s_P1

rms_IsIc_global_th = 1.2208 sur l'échantillon théorique

rms_IsIc_global_sim = 0.005 sur les échantillons de test

Figure 5 : Courbe de comparaison des signatures (*IsIc*) théoriques et calculées (202 sorties) en fonction du spectre pour la *plage1*

D'après cette étude sur la résolution du problème direct par le RN (PMC), pour 4 paramètres en entrée du PMC et 2 mesures en sortie, nous avons constaté qu'il y a une mauvaise régression même en faisant varier le PMC d'une couche cachée à deux couches cachées et aussi une instabilité de la courbe performance du PMC (Cf. **Figure 3**). Cette étude ne marche pas à cause du quatrième paramètre qui est le spectre et qui n'est pas un paramètre des grandeurs géométriques d'un profil donc pour le prendre comme un quatrième paramètre cela nécessite d'autres réflexions poussées et d'autres études spécifiques. Par ce que après vérification de valeurs du corpus des signatures (*IsIc*) générées par la MMMFE initiale (pour 3 paramètres) et la nouvelle MMMFE (pour 4 paramètres), nous constatons que les valeurs ont un grand écart. Cette étude montre qu'après les différentes mesures, nous pouvons déduire que le problème direct a été toujours résolu par 2, 3 ou même peut jusqu'à 5 paramètres géométriques du profil à étudier mais pas en ajoutant un paramètre supplémentaire comme le spectre, alors c'est là la question?

V - CONCLUSION

Nous pouvons tirer comme conclusion que le problème direct a été toujours résolu par 2, 3 ou même peut être jusqu'à 5 paramètres géométriques du profil à étudier mais pas en ajoutant un paramètre supplémentaire comme le spectre,

car alors la question demeure. Cette technique de scatterométrie se positionne comme une des techniques très prometteuses pour le suivi en temps réel des procédés de fabrication dans l'industrie de la microélectronique, à condition de pouvoir augmenter le niveau de complexité du modèle afin d'étudier des structures réelles. Mais le problème d'optimisation du PMC reste au niveau du nombre de neurones de la couche cachée. Ce qui reste à savoir, est-ce qu'il est possible d'optimiser la résolution du problème direct par le réseau de neurones en insérant le spectre comme un des paramètres du profil ?

RÉFÉRENCES

- [1] - G. SAKA, R. STEPHANE, N. LAMAÏ, G. FRANCK, T. BIENZEUBE, M.B. JEROME, « Contribution à la résolution du problème direct en scatterométrie par réseaux de neurones », *AFRIQUE SCIENCE*, Vol (11), N°2 (2015) 1 – 11
- [2] - G. SAKA, N. LAMAÏ, A. MATIBEYE, S. ROBERT, T. BIENZEUBE, M.B. JEROME, « Étude à la résolution d'un problème direct en scatterométrie par réseaux de neurones avec 52 mesures », *AFRIQUE SCIENCE*, Vol (13), N°5 (2017) 368 - 373
- [3] - M. EL. KODADI et al. , *Micro-électron. Eng.* (2009) doi 10.1016/j.mee.2008.12.036
- [4] - I. GEREIGE, S. ROBERT, G. GRANET, D. JAMON and J. J. ROUSSEAU « Rapid control of sub micrometer periodic structures by a neural inversion of ellipsometric measurement», *Opt.Comm.*278 (2007) 270 – 273
- [5] - - I. GEREIGE, S. ROBERT, S. THIRIA, F. BADRAN, G. GRANET, J.-J. ROUSSEAU, *J. Opt. Soc. Am. A* 25 (2008) 166 - 167
- [6] - S. ROBERT, « Introduction aux réseaux de neurones » polycopié de cours Telecom FA3, St-Etienne, (2015-2016)
- [7] - I. GEREIGE « Contribution des réseaux de neurones dans le domaine de l'ellipsométrie : Application à la scatterométrie », Thèse de l'Université Jean Monnet, (2008)
- [8] - E. LEE, C. SEONG, H. KIM, S. PARK, M. KANG, *J. Env, Sci.*, 22 (2010) 840 – 845