



HAL
open science

Analyse de la campagne MARLENE : focus sur le phénomène de spikes de mer

Florestan Platzer, Marc Saillard, Vincent Fabbro

► **To cite this version:**

Florestan Platzer, Marc Saillard, Vincent Fabbro. Analyse de la campagne MARLENE : focus sur le phénomène de spikes de mer. ENVIREM 2019, Jul 2019, PALAISEAU, France. hal-02502571

HAL Id: hal-02502571

<https://hal.science/hal-02502571>

Submitted on 9 Mar 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.

Analyse de la campagne MARLENE : focus sur le phénomène de spikes de mer

Florestan Platzer
ONERA / DEMR, Université de Toulouse
F-31055 Toulouse, France.
Mediterranean Institute of Oceanography
Univ Toulon, Aix Marseille Univ.,
CNRS/INSU, IRD, MIO UM 110
La Garde, France.
florestan.platzer@onera.fr

Marc Saillard
Mediterranean Institute of Oceanography
Univ Toulon, Aix Marseille Univ.,
CNRS/INSU, IRD, MIO UM 110
La Garde, France.
marc.saillard@univ-tln.fr

Vincent Fabbro
ONERA / DEMR
Université de Toulouse
F-31055 Toulouse, France.
vincent.fabbro@onera.fr

Résumé—Le travail présenté dans cet article propose une analyse des spikes radar créés par une surface de mer, illuminée en incidence rasante, à partir des données radar acquises pendant la campagne MARLENE (pour Mediterranean RFC and cLutter ENvironmental Experiment). De nombreux résultats à faibles angles de rasance peuvent être établis grâce aux données radar disponibles à plusieurs fréquences, conditions de mer et angles d’incidence. La haute résolution spatiale des systèmes radar utilisés a permis une étude précise des spectres Doppler. Ceux-ci contiennent de très fortes vitesses Doppler moyennes révélant la présence de diffuseurs rapides. Le calcul de cartes de vitesses Doppler est alors intéressant pour l’étude des spikes de mer. Cet article introduit des résultats de l’analyse des distributions croisées entre NRCS (Normalized Radar Cross Section) et vitesses Doppler.

Mots-clés—diffraction par la surface de mer, spectre Doppler, faible angle de rasance

I. INTRODUCTION

Les performances de détection radar en environnement maritime sont affectées par le fouillis de mer. En particulier, à faibles angles de rasance et pour de hautes résolutions radar, des événements locaux à forte puissance, appelés spikes de mer, apparaissent [1]. Ces événements peuvent perturber la détection de petites cibles. Ces spikes de mer sont caractérisés dans la littérature par une forte puissance, un ratio de polarisation élevé et de fortes vitesses Doppler [2] [3]. Pour comprendre plus précisément la physique des spikes, l’étude des données MARLENE [4], mesurées par le radar MEMPHIS déployé par l’institut Fraunhofer FHR, est résumé dans cet article.

La section II présente l’influence des spikes sur les spectres Doppler. Une analyse des cartes de vitesses Doppler est ensuite proposée section III afin d’étudier la relation entre NRCS (Normalized Radar Cross Section) et vitesses Doppler.

II. IMPACT DES SPIKES DE MER

Durant la campagne MARLENE, les systèmes radar employés ont acquis les données sous forme de champ complexe rétrodiffusé, $z(x, t) = I(x, t) + iQ(x, t)$ décomposé en plusieurs cases distance (environ 990 pour le radar MEMPHIS),

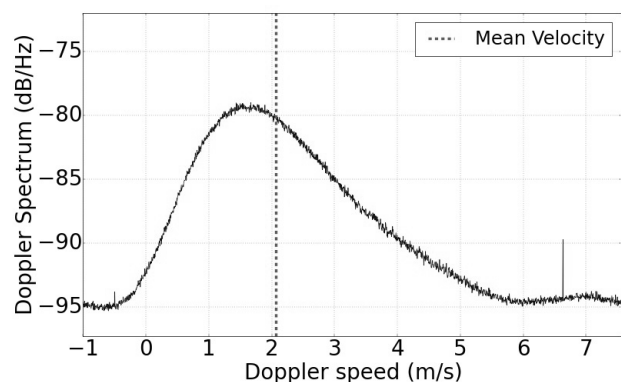


FIGURE 1. Spectre Doppler moyen, sur l’ensemble des cases distance, représenté en échelle logarithmique, acquis par le radar MEMPHIS (35 GHz, polarisation HH).

pour plusieurs configurations d’angle d’azimut et de rasance. À partir des données acquises par le radar MEMPHIS (35 GHz), un spectre Doppler est calculé dans chaque case distance de 0.75 m sur un temps d’intégration de 60 s. Le spectre Doppler moyen d’une carte de champ rétrodiffusé est obtenu en moyennant sur la totalité des cases distance. Un exemple est présenté sur la figure 1. La droite discontinue représente la vitesse Doppler moyenne calculée comme

$$V_D = \int vS(v)dv / \int S(v)dv \quad (1)$$

où $S(v)$ est le spectre Doppler. Ici, la vitesse Doppler moyenne est de 2.06 m/s alors que le pic du spectre Doppler est atteint pour une vitesse de 1.5 m/s résultant de la décroissance lente de la queue au niveau des fortes vitesses Doppler.

Afin de mesurer l’impact des spikes de mer et le poids des diffuseurs rapides, une séquence de 25 cellules radar a été sélectionnée. Un spectre Doppler est calculé sur ces cases distance avec un temps d’intégration réduit à 7 s entre 45 s et 52 s afin de coïncider avec un écho à forte puissance. La figure 2 présente ce spectre Doppler. La vitesse moyenne

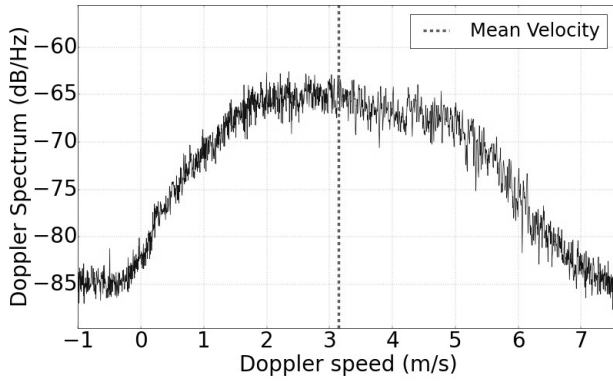


FIGURE 2. Spectre Doppler moyen, sur 25 cases distance, représenté en échelle logarithmique, acquis par le radar MEMPHIS (35 GHz, polarisation HH).

correspondante est désormais de 3.14 m/s. Celle-ci a augmenté de 1.08 m/s en zoomant sur un écho à forte puissance. Cette observation suggère qu'un fort écho de rétrodiffusion est accompagné d'une augmentation de la vitesse Doppler.

III. ETUDE DES VITESSES DOPPLER

A. Carte spatio-temporelle de vitesses Doppler

Afin d'étudier le comportement des spikes, des cartes spatio-temporelles de vitesses Doppler sont calculées à partir du champ rétrodiffusé. Pour chaque cellule radar, on calcule le spectre Doppler, considéré comme instantané [5], suivant

$$S_x(f, t) = \left| \int_{t-\tau/2}^{t+\tau/2} (I_x(t) + iQ_x(t)) e^{-2i\pi f u} du \right|^2 \quad (2)$$

où l'indice x représente la cellule radar et τ le temps d'intégration. La vitesse moyenne instantanée, $V_D(x, t)$, est calculée suivant (1) pour chaque case distance permettant ainsi d'obtenir une carte spatio-temporelle de vitesses Doppler.

B. Distribution croisée

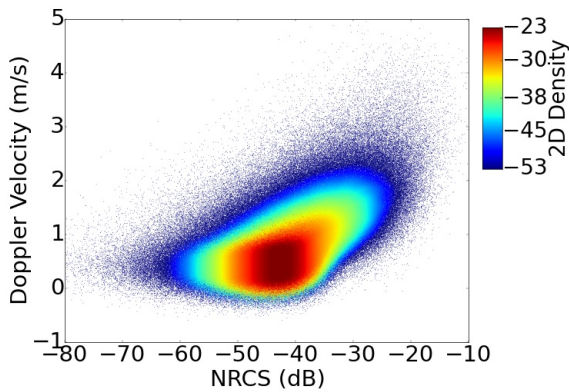


FIGURE 3. Relation entre la NRCS, représentée en échelle logarithmique (axe x), et les vitesses Doppler (axe y) à partir d'une acquisition du radar MEMPHIS (35 GHz, polarisation HH).

La figure 3 représente la distribution croisée entre NRCS et vitesses Doppler. Chaque pixel d'une carte de NRCS est associé au pixel spatio-temporel correspondant de la carte de vitesses Doppler associée. La fonction de densité de probabilité 2D est représentée en échelle logarithmique. La plus forte densité s'observe pour des niveaux de NRCS entre -50 dB et -45 dB. Ces niveaux de NRCS sont associés à des vitesses Doppler de moins de 1 m/s. La figure montre de même que les plus hauts niveaux de NRCS sont généralement associés aux fortes vitesses Doppler. Cependant, de fortes vitesses peuvent être rencontrées pour des niveaux de NRCS relativement modérés. L'intérêt de cette représentation est de pouvoir ensuite détecter et séparer les spikes de mer du fond diffus de Bragg [3], généralement associé à des vitesses beaucoup plus faibles. Des seuils peuvent être appliqués sur la NRCS pour les détecter. L'étude des vitesses Doppler de la population des spikes permet alors d'obtenir des informations plus précises sur le comportement des spikes.

IV. CONCLUSION

Une analyse des vitesses observables à partir d'acquisitions radar de rétrodiffusion d'une surface de mer issues de la campagne MARLENE a été présentée. L'impact des spikes de mer peut être constaté en sélectionnant une zone de forte rétrodiffusion limitée sur une carte spatio-temporelle de champ rétrodiffusé. Cette approche révèle la présence de diffuseurs rapides possédant des vitesses Doppler élevées.

Le calcul de cartes spatio-temporelles de vitesses Doppler instantanées est intéressant pour l'analyse des spikes. La distribution croisée entre NRCS et vitesses Doppler montre que les spikes de NRCS sont généralement reliés à de fortes vitesses Doppler. La corrélation entre les deux quantités n'est cependant pas parfaite et des travaux en cours sont dédiés à la description de cette corrélation croisée.

ACKNOWLEDGEMENTS

Les auteurs remercient l'institut Fraunhofer FHR et WTD71 pour le partage des données MARLENE et la Délégation Générale de l'Armement (DGA) pour le support financier.

RÉFÉRENCES

- [1] P. H. Y. Lee, J. D. Barter, K. L. Beach, C. L. Hindman, B. M. Lake, H. Rungaldier, J. C. Shelton, A. B. Williams, R. Yee, and H. Yuen, "X band microwave backscattering from ocean waves," *Journal of Geophysical Research : Oceans*, vol. 100, no. C2, pp. 2591–2611, 1995.
- [2] Jessup, A. T., W. C. Keller, and W. K. Melville (1990), "Measurements of sea spikes in microwave backscatter at moderate incidence," *J. Geophys. Res.*, 95(C6), 9679–9688.
- [3] Melief, H. W., H. Greidanus, P. van Genderen, and P. Hoogeboom (2006), "Analysis of sea spikes in radar sea clutter data," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 44, 985 – 993.
- [4] V. Fabbro and G. Biegel and J. Förster and J. B. Poisson and A. Dankl-mayer and C. Böhler and J. P. Marcellin and T. Brehm and M. Gallus and L. Castanet and A. Ulland and Y. Hurtaud, "Measurements of Sea Clutter at Low Grazing Angle in Mediterranean Coastal Environment," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 55, no. 11, pp. 6379–6389, Nov 2017.
- [5] Y. Y. Yurovsky, V. N. Kudryavtsev, B. Chapron and S. A. Grodsky, "Modulation of Ka-Band Doppler Radar Signals Backscattered From the Sea Surface," in *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 56, no. 5, pp. 2931–2948, May 2018.