

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Antenne ultra compacte à balayage hybride fréquentiel-électronique pour capteur multifonctionnel

Référence : **PHY-DEMR-2026-01**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : octobre 2026

Date limite de candidature : mai 2026

Mots clés

Antennes ultra légères, full métal, ondes de fuite, guide à fente, polarimétrie, altimétrie, SAR, surveillance de l'eau, balayage électronique et fréquentiel, intégration d'éléments actifs, micro fabrication additive

Profil et compétences recherchées

Étudiant en master 2, master 2 recherche ou école d'ingénieur, spécialité électronique / hyperfréquences / antennes. L'étudiant doit présenter des bases solides en électromagnétisme et hyperfréquences, ainsi qu'un goût pour la recherche appliquée.

Le projet de thèse est orienté recherche appliquée. De ce fait l'étudiant devra faire preuve de polyvalence pour traiter l'ensemble des phases suivantes : recherche de nouveaux concepts, études théoriques de ceux-ci, conception antenne et composants RF passifs/actifs associés, simulations électromagnétiques (Ansys, CST, codes ONERA), interaction avec les fabricants puis les experts en mesures.

De même, le sujet se veut multidisciplinaire, traitant à la fois les thématiques antennes, fabrication et applications radar. De précédents stages ou expériences avec l'une ou plusieurs de ces thématiques seraient un avantage.

L'étudiant devra avoir de solides bases d'Anglais afin de communiquer ses travaux en conférences et par des publications en journaux scientifiques.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

L'unité Capteurs Antennes et Technologies micro-ondes de l'ONERA, et l'équipe de recherche SurfWAVE de l'IETR/INSA, étudient et développent de nouveaux systèmes radar et antennes intégrables sur petites plateformes, telles que drones ou nanosatellites. De nombreuses topologies d'antennes existent dans la littérature mais peu sont compatibles avec les contraintes de low SWAP (Size, Weight and Power consumption).

Antenne à onde de fuite et low SWAP

Les **antennes à ondes de fuite (LWAs : Leaky-Wave Antennas)** présentent de nombreux avantages pour les applications embarquées. Leur principe de fonctionnement repose sur l'excitation d'une onde guidée, dont on vient contrôler progressivement le taux de fuite vers l'espace libre, autrement dit le taux de rayonnement [1]. Les modulations du taux de rayonnement et du déphasage au sein de la structure permettent le contrôle du diagramme de rayonnement et de l'efficacité de l'antenne. Il est ainsi possible de bénéficier d'une forte efficacité (80-90%) [2] permettant l'optimisation de la consommation d'énergie.

Par ailleurs, les LWAs présentent de fortes directivités mais ne nécessitent pas de source externe comme cela est le cas pour les antennes à réflecteurs, réseaux réflecteurs ou réseaux transmetteurs. Ces antennes sont ainsi naturellement compactes et compatibles avec les petites plateformes car elles intègrent directement la structure d'excitation.

Ce sujet de thèse propose de continuer l'exploration de ces structures dans la continuité des travaux déjà effectués pour les applications spatiales (lien inter-satellite, communications satellites, radiomètre) et aéroportées (calibration de mission spatiale pour la caractérisation des eaux) [3]-[7].

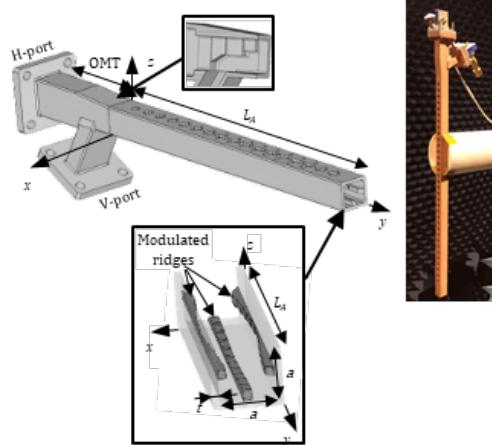


Figure 1: Antenne à onde de fuite à double polarisation linéaire pour communication inter-satellitaire [3].

Antenne à balayage 2D compacte et économique en énergie

Les antennes à ondes de fuite présentent un balayage de faisceau naturel avec la fréquence [1]. Cette fonctionnalité est à ce jour peu exploitée. Les premières études démontrent qu'un dépointage fréquentiel rapide permet d'obtenir une performance radar similaire à celle d'un réseau phasé [8]. Le premier objectif de la thèse consiste à étudier la mise en réseau d'une LWA afin d'exploiter cette capacité de balayage fréquentiel dans un plan, tout en permettant un balayage à base d'éléments actifs dans le second plan. Une telle configuration propose ainsi une couverture 2D tout en limitant le nombre d'éléments actifs total et donc la consommation d'énergie [9]-[10].

Ce sujet s'inscrit sans la continuité d'une thèse, au sein de laquelle l'équipe encadrante a exploré la fabrication avancée (fabrication additive SLM, micro-usinage DRIE) [11], [12]. La Figure 2 illustre le plus grand réseau d'antenne réalisé en fabrication monolithique et comportant une excitation simultanée de 32 éléments permettant de faibles lobes secondaires. Le sujet proposé vise à augmenter la complexité à travers un nouveau défi technologique lié à l'intégration des dispositifs actifs. Cela comporte une étape d'état de l'art sur les puces commerciales disponibles, la caractérisation de cartes d'évaluation puis la conception d'interconnexions et les tests des antennes multifonctionnelles.

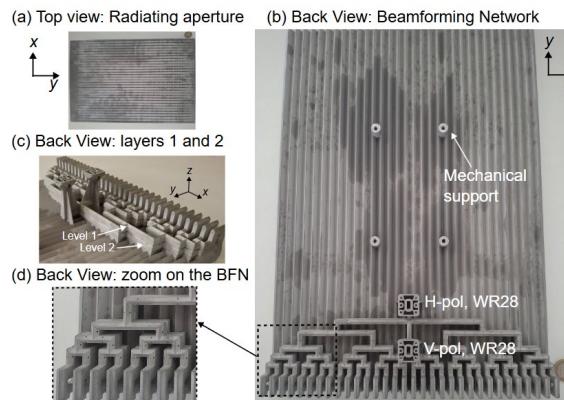


Figure 2: Réseau compact de 32 antennes à ondes de fuite avec fort dépointage pour calibration de mission de caractérisation des eaux [5]-[7].

Antenne multifonction compacte

Le mode à onde progressive exploité dans les LWAs génère un faisceau incliné qui dépointe en fréquence. Il est cependant possible de produire un rayonnement axial, en exploitant un mode **résonnant** [12] ou bien en **alimentant l'antenne par ses deux extrémités ou par son centre** [2]. Le second objectif de la thèse vise à concevoir une antenne multifonction qui est en mesure d'exploiter à la fois un faisceau incliné et un faisceau axial. Les applications comme le Synthetic Aperture Radar (SAR), l'altimétrie ou les communications satellitaires pourraient ainsi être combinées au sein d'une seule antenne.

BIBLIOGRAPHIE (les noms des membres impliqués dans la thèse sont en gras) :

- [1] A. A. Oliner and D. R. Jackson, "Leaky-wave antennas," in *Antenna Engineering Handbook*, Fourth Edition, McGraw-Hill, 2007.

- [2] **M. García-Vigueras**, P. DeLara-Guarch, J.L. Gómez-Tornero, R. Guzmán-Quirós and G. Goussetis, "Efficiently illuminated broadside-directed 1D and 2D tapered Fabry-Perot leaky-wave antennas," 6th European Conf.on Antennas & Propagat., Czech Republic, March 2012 Pages: 247 – 251. (Antenna theory best paper award)
- [3] **A. Dorlé**, R. Gillard, E. Menargues, M. Van Der Vorst, E. De Rijk, P. Martín-Iglesias and **M. García-Vigueras**, "Additive Manufacturing of Modulated Triple-Ridge Leaky-Wave Antenna," in IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 17, no. 11, pp. 2123-2127, Nov. 2018.
- [4] **A. Dorlé**, R. Gillard, E. Menargues, M. Van Der Vorst, E. De Rijk, P. Martín-Iglesias and **M. García-Vigueras**, "Circularly Polarized Leaky-Wave Antenna Based on a Dual-Mode Hollow Waveguide," in IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 69, no. 9, pp. 6010-6015, Sept. 2021, doi: 10.1109/TAP.2021.3083783.
- [5] V. Lourenço Martins, E. Rahault, **A. Dorlé**, S. Méric, E. Menargues, **M. García-Vigueras**, "Selective Laser Melting of a High-Gain Large Array of Leaky-Wave Antennas with a 32-elements Dual-Polarized Unbalanced Beamforming Network", IEEE European Microwave Conference, 2025.
- [6] V. Lourenço Martins, E. Rahault, **A. Dorlé**, S. Méric, E. Menargues, **M. García-Vigueras**, "Selective Laser Melting of a High-Gain Large Array of Leaky-Wave Antennas with a 32-elements Dual-Polarized Unbalanced Beamforming Network", EuMA International Journal of Microwave and Wireless Technologies (IJMWT) (Cambridge University Press), under submission, 2025.
- [7] E. Rahault, V. Lourenço Martins, E. Menargues, S. Méric, **A. Dorlé**, **M. García-Vigueras**, "Dual-Polarized Array of Triangular Leaky-Wave Antennas for Compact Water Radar Instruments", under submission, 2025.
- [8] B. Gibleux, V. Lourenço Martins, **A. Dorlé** and S. El Bouch, "Angular Estimation with Leaky Wave Antennas: Toward a Low-Tech Radar?", in Proc. Colloque GRETSI 2025, Strasbourg, France, Aug. 2025, pp. 149-152.
- [9] J. R. Sanford, F. Li, I. Winfield, and N. Miller, "80GHz Automotive Radar Antenna Module Fabricated Using Electrochemical Additive Manufacturing", in 2024 IEEE International Symposium on Phased Array Systems and Technology (ARRAY), Boston, MA, USA: IEEE, Oct. 2024, pp. 1–6. doi: 10.1109/ARRAY58370.2024.10880403.
- [10] Y. F. Wu and Y. J. Cheng, "Generating and 2-D Steering Large Depth-of-Field Beam by Leaky-Wave Antenna Array With a Modified Parabolic Reflector", IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. 68, no. 4, pp. 2779–2787, Apr. 2020, doi: 10.1109/TAP.2019.2952658.
- [11] **M. García-Vigueras**, L. Polo-Lopez, C. Stoumpos, **A. Dorlé**, C. Molero, and R. Gillard, 'Metal 3D-Printing of Waveguide Components and Antennas: Guidelines and New Perspectives', Hybrid Planar - 3D Waveguiding Technologies. IntechOpen, Jan. 25, 2023. doi: 10.5772/intechopen.106690.
- [12] thèse Valentin Lourenço Martins.

Collaborations envisagées

Laboratoire d'accueil à l'ONERA	Directeur de thèse
Département : Électromagnétisme et RADAR	Nom : María García-Vigueras
Lieu (centre ONERA) : Toulouse	Laboratoire : IETR/INSA
Contact : Aurélie Dorlé	Email : maria.garcia-vigueras@insa-rennes.fr
Tél. : 05 62 25 27 18	Email : aurelie.dorle@onera.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>