



HAL
open science

Dipôle Magnétique Large-Bande pour la Radiogoniométrie 3D à l'aide d'une Antenne Vectorielle

Johan Duploux, Christophe Morlaas, Hervé Aubert

► **To cite this version:**

Johan Duploux, Christophe Morlaas, Hervé Aubert. Dipôle Magnétique Large-Bande pour la Radiogoniométrie 3D à l'aide d'une Antenne Vectorielle. 20èmes Journées Nationales Micro-Ondes, May 2017, Saint Malo, France. 2p. hal-01544676v1

HAL Id: hal-01544676

<https://hal-enac.archives-ouvertes.fr/hal-01544676v1>

Submitted on 21 Jun 2017 (v1), last revised 26 Sep 2017 (v2)

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.

Dipôle Magnétique Large-Bande pour la Radiogoniométrie 3D à l'aide d'une Antenne Vectorielle

J. Duplouy^{1,2}, C. Morlaas¹, H. Aubert²

¹ENAC, TELECOM-EMA, F-31055 Toulouse, France.

²LAAS-CNRS, MINC, F-31400 Toulouse, France.

johan.duplouy@enac.fr

Résumé — Un dipôle magnétique large-bande, disposé sur un support métallique plan et réalisé à partir d'un réseau semi-circulaire d'antennes Vivaldi, est présenté dans cette communication. Les caractéristiques radioélectriques obtenues au regard du diagramme de rayonnement, du niveau de polarisation croisée et de bande de fréquences font de ce dipôle un bon candidat pour répondre aux besoins de la radiogoniométrie 3D large-bande à l'aide d'une antenne vectorielle.

1. Introduction

La radiogoniométrie a pour objectif d'estimer les directions d'arrivées des ondes électromagnétiques reçues. L'élément clef d'un goniomètre radiofréquence est l'antenne car ses caractéristiques radioélectriques définissent notamment les performances d'estimation et les couvertures fréquentielle et spatiale. La plupart des antennes de radiogoniométrie disponibles sur le marché présentent une couverture angulaire 2D et fonctionnent sur une large bande de fréquences en bande VHF ou UHF. Cependant, certaines applications nécessitent une couverture 3D.

Une technique novatrice utilisée en radiogoniométrie consiste à exploiter la diversité de polarisation d'une antenne vectorielle [1]. Celle-ci est composée de six capteurs orthogonaux présentant chacun un faible niveau de couplage, trois dipôles électriques et trois dipôles magnétiques mesurant ainsi l'ensemble des composantes du champ électromagnétique.

Différentes solutions couvrant l'espace 3D à partir d'antennes vectorielles ont récemment vu le jour. Parmi elles figurent d'une part, une solution active destinée à couvrir les fréquences inférieures à 30MHz [2] et, d'autre part, une solution passive et bibande couvrant les fréquences GSM [3]. Intrinsèquement, la solution passive présente de nombreux avantages par rapport à la solution active.

Récemment, de nombreux dipôles électriques large-bande ont été étudiés en détails. Malheureusement, peu de travaux portent sur l'élaboration d'un dipôle magnétique large-bande [4, 5]. L'utilisation d'un réseau circulaire composé de huit antennes fentes à transition progressive a par exemple permis d'obtenir un diagramme om-

nidirectionnel à ± 2 dB dans le plan E dans la bande LTE (1.9-2.7 GHz) [5].

Un pseudo dipôle magnétique, sous-mentionné par le terme dipôle magnétique, disposé sur un support métallique plan pouvant répondre aux besoins de la radiogoniométrie 3D large-bande à l'aide d'une antenne vectorielle est proposé dans cette communication en utilisant une approche similaire à [5].

2. Étude préliminaire

Une étude préliminaire concernant la faisabilité d'une antenne compacte permettant de répondre à un cahier des charges prédéfini a été réalisée. Son but est de déterminer le nombre d'antennes nécessaires présentant une bande de fonctionnement de référence $r_{ref}:1$ afin de couvrir une large bande de fréquences $\frac{f_{max}}{f_{min}}:1$. L'étude suppose le cas idéal où l'antenne présente un diagramme de rayonnement conforme aux spécifications sur la bande $r_{ref}:1$. Par ailleurs, il est possible d'évaluer rapidement la taille minimale d'une antenne résonnante électriquement petite à partir de la bande passante fractionnelle BP , du rapport d'onde stationnaire ROS et de l'efficacité η de celle-ci. Cette évaluation est donnée par

$$BP = \frac{1}{\eta} \frac{(ka)^3}{1 + (ka)^2} \frac{ROS - 1}{\sqrt{ROS}}, \quad (1)$$

avec k le nombre d'onde dans le vide et a le rayon de la sphère minimale englobant l'antenne [6]. L'étude montre les limites de faisabilité concernant l'efficacité, la bande-passante et la compacité pouvant être obtenues avec une ou plusieurs antennes passives résonnantes afin de répondre à un cahier des charges prédéfini. Les résultats seront présentés lors de la conférence.

3. Conception d'un dipôle magnétique large-bande

3.a. Principe utilisé

Le principe sous-jacent à la conception d'un dipôle magnétique large-bande est de créer un champ électrique circulaire sur une large bande de fréquences. Cela peut être réalisé en utilisant un réseau circulaire d'antennes large-bande.

L'antenne Vivaldi est bien connue pour exhiber un diagramme de rayonnement directif et un gain modéré sur une large bande de fréquences. Initialement proposée par Gibson [7], elle présente également un rayonnement symétrique et constant dans les plans E et H sur une large bande de fréquence malgré sa géométrie planaire. Par ailleurs, l'antenne Vivaldi rayonne dans son plan longitudinal et dans la direction de l'ouverture un champ électrique polarisé linéairement.

Pour les raisons mentionnées ci-dessus, l'antenne Vivaldi semble être un bon candidat pour réaliser un réseau d'antennes permettant d'obtenir un champ électrique circulaire sur large-bande de fréquence.

3.b. Configuration étudiée

La Fig. 1 présente un réseau semi-circulaire d'antennes Vivaldi disposé sur un support métallique plan. Le principe de fonctionnement et l'excitation des Vivaldi y sont également illustrés. Cette configuration est équivalente à un réseau circulaire composé de quatre antennes Vivaldi en vertu du théorème des images. Par ailleurs, l'antenne ainsi proposée peut facilement être intégrée sur un porteur et sa hauteur est divisée de moitié.

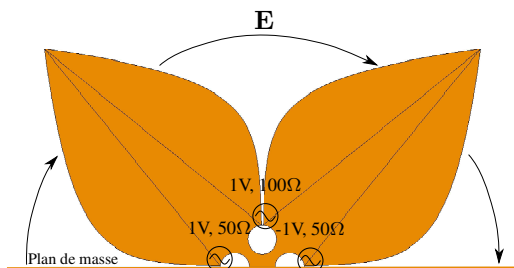


Figure 1. Configuration étudiée

L'antenne est incluse dans un demi-cercle de rayon $0.61\lambda_L$, avec λ_L la longueur d'onde dans le vide à la fréquence basse de fonctionnement f_L définie à partir des paramètres S actifs.

3.c. Performances simulées

Le dipôle magnétique présente d'une part, une bande passante supérieure à 8:1 et, d'autre part un diagramme de rayonnement quasi-omnidirectionnel sur la bande 3:1.

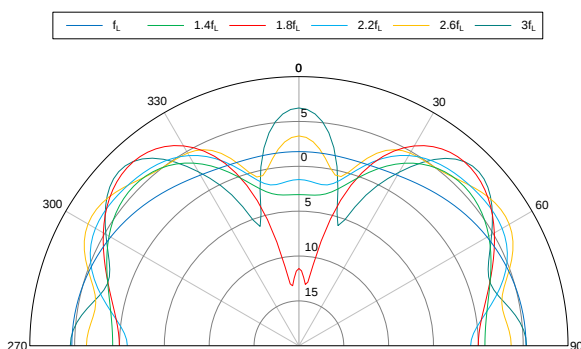


Figure 2. Gain simulé en polarisation principale dans le plan E à diverses fréquences

Quelques fluctuations sur la directivité de l'ordre de 8dB sont cependant observables sur la Fig. 2 à certaines

fréquences. La présence de creux sur le diagramme de rayonnement peut dégrader les performances de goniométrie. Il est par conséquent nécessaire de travailler sur la géométrie de l'antenne afin d'améliorer ses caractéristiques de rayonnement. Par ailleurs, l'antenne présente un niveau de polarisation croisée tout à fait acceptable dans le plan transverse inférieure à -30dB.

4. Études paramétriques

Afin d'améliorer l'omnidirectionnalité du diagramme de rayonnement du dipôle magnétique large-bande, des études paramétriques ont été réalisées. Les résultats seront présentés lors de la conférence.

5. Conclusion

La difficulté principale rencontrée lors de la création d'une antenne vectorielle appliquée à la radiogoniométrie 3D large-bande réside dans l'élaboration du dipôle magnétique large-bande. L'étude préliminaire a montré les limites théoriques de faisabilité à l'aide d'antennes résonnantes passives. Afin de s'affranchir des défauts d'une solution active, un dipôle magnétique présentant des caractéristiques radioélectriques susceptibles de répondre aux besoins de la radiogoniométrie 3D large-bande a été proposé dans cette communication.

6. Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier la DGA (Direction Générale de l'Armement) ainsi que la région Occitanie pour le co-financement de la thèse de Johan Duplouy.

Références

- [1] A. Nehorai and E. Paldi, "Vector-sensor array processing for electromagnetic source localization," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 42, no. 2, pp. 376–398, Feb 1994.
- [2] B. Almog, "Compact 3D direction finder," Patent, Mar, 2013, EP20120184835.
- [3] J. Lominé, C. Morlaas, C. Imbert, and H. Aubert, "Dual-band vector sensor for direction of arrival estimation of incoming electromagnetic waves," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 63, no. 8, pp. 3662–3671, Aug 2015.
- [4] Y. Yu, F. Jolani, and Z. Chen, "A wideband omnidirectional horizontally polarized antenna for 4G LTE applications," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 12, pp. 686–689, 2013.
- [5] T. S. P. See, X. Qing, and Z. N. Chen, "A wideband horizontally polarized omnidirectional antenna," in *IEEE 4th Asia-Pacific Conference on Antennas and Propagation*, June 2015, pp. 294–295.
- [6] S. Best, "Bandwidth and the lower bound on Q for small wideband antennas," in *IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium*, July 2006, pp. 647–650.
- [7] P. J. Gibson, "The Vivaldi aerial," in *9th European Microwave Conference*, Sept 1979, pp. 101–105.