

Antenne dipôle log-périodique imprimée

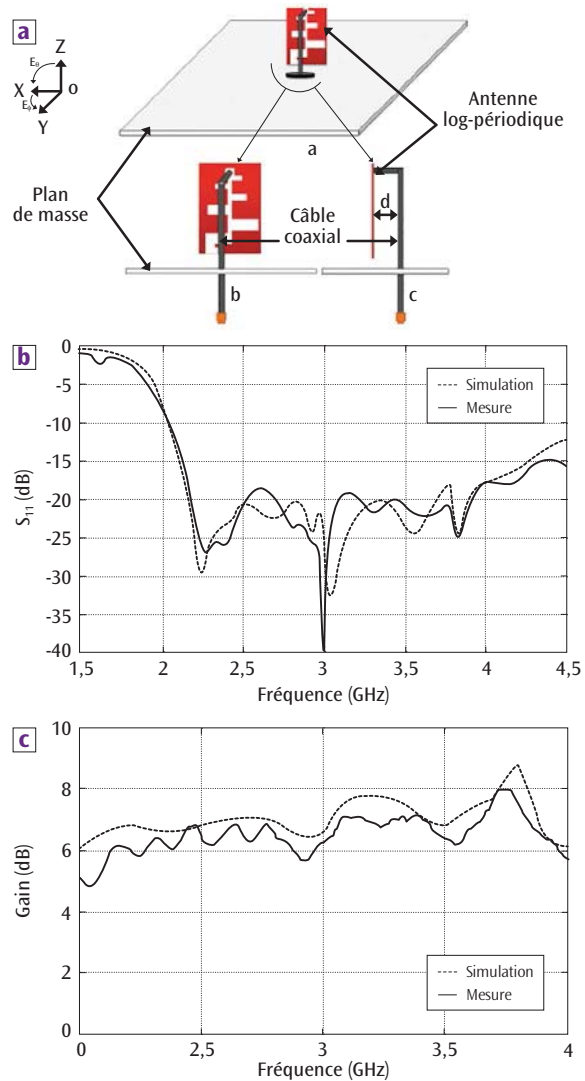
J.-C. DIOT - J.-L. LASSERRE / CEA – Gramat

A. CHAULOUX - F. COLOMBEL - M. HIMDI / Institut d'Électronique et de Télécommunications de Rennes (IETR)

P. POULIGUEN / DGA – Mission pour la Recherche et l'Innovation Scientifique (MRIS)

Le développement de nouvelles applications dans le domaine des armes à énergie dirigée électromagnétiques (AED EM), des radars ou de la guerre électronique, impose l'étude de nouvelles antennes, de plus en plus contraintes notamment au niveau de la gestion de leur diagramme de rayonnement et de leur largeur de bande passante. Les travaux présentés dans cet article s'inscrivent dans cette démarche d'innovation. Ils fournissent un exemple de développement d'antenne large bande compacte orientée vers ces nouveaux besoins.

L'antenne est un élément essentiel dans la conception d'un système radiofréquence. Sa fonction est de transformer l'énergie électromagnétique conduite via des câbles, lignes ou guide d'onde, en onde électromagnétique rayonnée et de la transmettre vers le milieu de propagation. Les caractéristiques d'une antenne vont dépendre de la fréquence du signal à transmettre, de sa bande passante, des spécifications de direction plus ou moins privilégiées du rayonnement (gain, diagramme de rayonnement) et de la puissance à émettre (ou à recevoir). Un des axes de recherche actuel consiste à rechercher une antenne la plus compacte possible ayant une bande passante la plus large possible avec un comportement indépendant de la fréquence et un gain maximisé. Il s'agit d'un compromis délicat à obtenir puisque ces caractéristiques ont tendance à s'opposer les unes aux autres (par exemple la bande passante large et la compacité limitent la tenue en puissance). Pour atteindre une bande passante large, plusieurs solutions d'antennes existent comme par exemple les antennes à onde progressives [1], les antennes cornets [2], les patchs [3] et les antennes indépendantes de la fréquence (log-périodiques ou spirales) [2]. Les antennes à ouverture progressive peuvent être employées sur des bandes passantes voisines de la décade et leurs diagrammes de rayonnement sont directifs et restent stables en fréquence. En revanche, leur encombrement est important. Les antennes planaires disposées au-dessus d'un plan réflecteur sont compactes et leur largeur de bande de fréquence est supérieure à une octave, mais leur diagramme de rayonnement n'est pas stable sur la largeur de leur bande passante. La solution retenue dans cette étude est l'utilisation d'une antenne dipôle log-périodique imprimée, disposée au-dessus d'un plan de masse



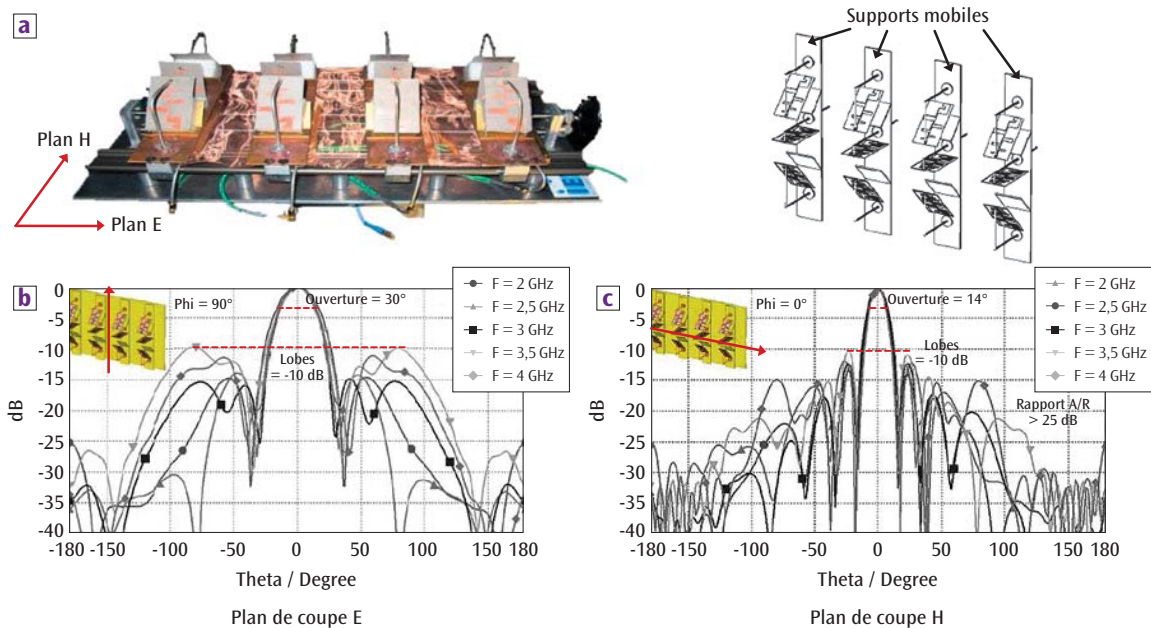


Figure 2. Association en réseau d'antennes log-périodiques imprimées: (a) Structure; (b) et (c): Diagrammes de rayonnement suivant deux plans de coupe.

faisant office de réflecteur. Elle allie compacité, bande large et stabilité du diagramme de rayonnement (figure 1a).

Cette antenne est constituée d'un assemblage de six brins, chacun de taille différente, oscillant autour d'une fréquence donnée. Les dimensions des brins et leur espacement sont choisis afin de combiner les fonctionnements individuels de chacun des brins et d'obtenir un comportement large bande global [4][5]. La distribution d'énergie est réalisée par une ligne placée au centre de l'antenne. La bande passante obtenue pour un coefficient de réflexion inférieur à -10 dB est supérieure à une octave (figure 1b). Son gain est quasiment constant en fonction de la fréquence (figure 1c) mais celui-ci reste faible.

La solution adoptée pour augmenter le gain consiste à associer plusieurs antennes log-périodiques en réseau (figure 2a). La mise en sous-réseau de trois antennes log-périodiques inclinées et le maintien d'une distance inter-éléments stable en fonction de la longueur d'onde permet d'obtenir des ouvertures de diagramme de rayonnement stables en fréquence dans le plan de coupe E [5][6], comme le montre la figure 2b. Afin de limiter le couplage entre les antennes, dû au rayonnement des antennes inclinées sur le plan de masse, des déflecteurs (plaques de métal inclinées) ont été ajoutés sous les antennes inclinées. Quatre sous-réseaux de trois antennes log-périodiques couplées dans le plan de coupe H sont associés et montés sur des supports mobiles. Le réglage de l'écartement de ces quatre assemblages permet d'obtenir un diagramme constant en fonction de la fréquence par accord mécanique (figure 2c). L'alimentation est réalisée via des répartiteurs de

puissance. Le gain varie entre 14 et 17 dB sur la plage de fréquence.

Perspective

Le domaine exploré à travers ces travaux montre qu'il est possible d'obtenir des antennes large bande compactes tout en contrôlant la façon dont elles rayonnent. Il reste toutefois la question de la tenue en puissance qui est majeure pour certaines applications. L'augmentation des densités de puissance est de plus en plus recherchée de même que le pilotage du diagramme de rayonnement des antennes. De nouvelles études sont donc à mener afin de faire cohabiter ces deux paramètres importants.

Références

- [1] B. CADILHON *et al.*, "Chapter 15 : Ultra Wideband Antennas for High Pulsed Power Applications", *Ultra wideband communications: Novel trends – Antennas and propagation*, Dr M. Matin (Ed.), InTech (2011).
- [2] J.D. KRAUS, R.J. MARHEFKA, *Antennas*, Éd. Mc Graw-Hill (2003).
- [3] J.-C. DIOT, T. TARATI, B. CADILHON, B. CASSANY, P. MODIN, E. MERLE, "Wideband Patch Antenna for HPM Application", *IEEE Transactions on plasma science*, **39**, p. 1446-1454 (2011).
- [4] A. CHAULOUX, *Contribution à l'étude d'antennes de puissance à efficacité optimisée. Application aux réseaux large bande et reconfigurables en diagramme*, Thèse de doctorat de l'université Rennes 1 (2014).
- [5] A. CHAULOUX, F. COLOMBEL, M. HIMDI, J.-L. LASSERRE, P. POULIGUEN, "Low-return-loss printed log-periodic dipole antenna", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, **13**, p. 503-506 (2014).
- [6] A. CHAULOUX, F. COLOMBEL, M. HIMDI, J.-L. LASSERRE, «Antenne large bande», Brevet en cours de dépôt.