



HAL
open science

Antenne Triplaque Omnidirectionnelle

Claire Marchais, Gilles Le Ray, Ala Sharaiha

► **To cite this version:**

Claire Marchais, Gilles Le Ray, Ala Sharaiha. Antenne Triplaque Omnidirectionnelle. MajecSTIC 2005 : Manifestation des Jeunes Chercheurs francophones dans les domaines des STIC, IRISA – IETR – LTSI, Nov 2005, Rennes, pp.405-408. inria-00000738

HAL Id: inria-00000738

<https://inria.hal.science/inria-00000738>

Submitted on 15 Nov 2005

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.

Antenne Triplaque Omnidirectionnelle

Claire Marchais, Gilles Le Ray, Ala Sharaiha

IETR – Université de Rennes 1, Bâtiment 11D, Avenue du Général Leclerc,
35 042 Rennes Cedex

Claire.marchais@univ-rennes1.fr

Résumé : Le développement de la technologie Ultra Large Bande (ULB) doit s'accompagner de la mise au point de nouvelles antennes capables de fonctionner classiquement sur la plage de fréquence 3.1 – 10.6 GHz tout en présentant un comportement temporel adéquat à la transmission de pulses courts. Une structure proposée ici est l'antenne large fente triplaque possédant une alimentation en forme de fourche, étudiée avec et sans plan de masse. Cette dernière offre une adaptation de 123 % avec une bonne stabilité de rayonnement (bi-directionnalité dans le plan E et omni-directionnalité dans le plan H). L'utilisation de diagrammes de rayonnement 2D en amplitude et en phase en fonction de la fréquence ainsi que l'analyse du pulse émis par cette structure permettent de mettre en évidence ses caractéristiques de rayonnement temporel. L'antenne triplaque est capable de transmettre une impulsion brève sans apporter de distorsion.

Mots-Clés : Antenne UWB, analyse temporelle d'antennes.

1 Introduction

L'essor de la technologie ULB (Ultra Large Bande) ouvre la voie à de nouveaux systèmes de communications, notamment dans le domaine du multimédia sans fils à très haut débit. Outre la taille de la plage fréquentielle allouée à l'ULB, de 3.1 à 10.6 GHz, soit une bande fractionnelle de 110 %, celle-ci se démarque aussi par l'utilisation de pulses très courts pour faire transiter l'information. Un des enjeux majeurs de son développement devient alors la conception d'antennes capables de fonctionner sur une telle gamme de fréquences avec des impulsions. De surcroît, dans le cas d'applications multimédia, ces antennes doivent être bas coût, compactes et présenter un rayonnement omnidirectionnel. De plus en plus de structures sont proposées dans la littérature offrant l'impédance requise dans la bande [Wu, 2003], [Davis, 2004], [Lee, 2004]. Cependant dans la plupart des cas, ces structures ne tiennent pas la bande en rayonnement et ne présentent pas toujours une réponse temporelle adaptée.

Nous proposons ici une nouvelle antenne large fente triplaque, dont l'impédance dans la bande ainsi que les caractéristiques de rayonnement temporel sont améliorées par rapport à une antenne à fente simple [Wu, 2003].

2 Structure de l'antenne

La géométrie de l'antenne est représentée figure 1. Il s'agit d'une structure triplaque, carrée, de côté $a = 42$ mm soit 0.091λ à la fréquence centrale $f_c = 6.5$ GHz. Deux larges fentes rectangulaires (de longueur $wl = 32$ mm et de largeur $wa = 21$ mm) ont été réalisées sur les deux plans de masse. L'alimentation est en forme de fourche : elle est constituée d'une ligne d'accès (de longueur La) suivie d'une ligne de transition (de longueur Le) se terminant par deux stubs (de longueur Ls). Les propriétés large bande de l'antenne sont essentiellement dues à l'utilisation conjointe de cette large fente et des deux stubs.

Cette structure a été réalisée en utilisant un substrat Duroïd de permittivité 2.2 et des métallisations en cuivre. Une photographie de l'antenne est présentée figure 2.

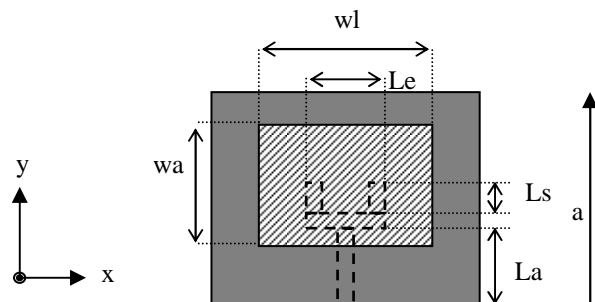


Figure 1 : Géométrie de l'antenne vue avant/arrière.

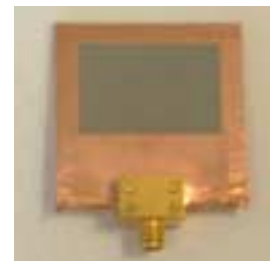


Figure 2 : Réalisation.

3 Résultats

3.1 Adaptation

La figure 3 montre les courbes du module du $|S_{11}|$ en dB simulées via le logiciel CST Microwave Studio et mesurées. Pour comparaison, l'adaptation

obtenue en simulation avec une antenne large fente simple (de mêmes dimensions) est aussi représentée. L'antenne triplaquée est mieux adaptée et l'accord entre théorie et mesure est bon. La bande passante en impédance obtenue s'étend de 2.88 à 13.68 GHz, soit une bande passante fractionnelle de 130 %.

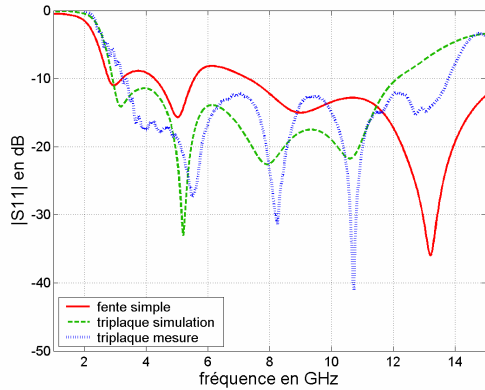


Figure 3 : Adaptation en impédance.

3.2 Diagrammes de rayonnement

Les diagrammes de rayonnement simulés sont donnés pour les plans YoZ (plan E, figure 4) et XoZ (plan H, figure 5). Il s'agit d'une visualisation 2D représentant les diagrammes normalisés pour des fréquences allant de 2.5 GHz à 12.5 GHz avec un pas de 0.05 GHz. La barre située sur la droite indique le niveau en dB. Ce formalisme permet de rendre compte immédiatement de la capacité de l'antenne à rayonner uniformément sur toute la bande. Dans le plan E, on constate ainsi que le maximum de rayonnement se déplace sur la bande de 0° à 10° de 2.5 GHz à 12.5 GHz. Dans le plan H, la forme des diagrammes reste la même sur toute la bande même si à partir de 7 GHz, les minima deviennent plus marqués.

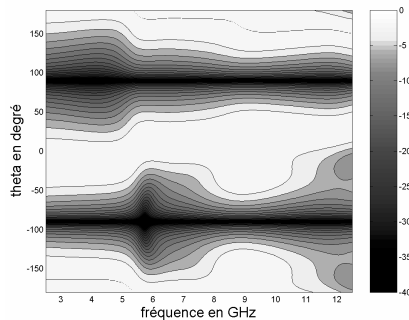


Figure 4 : Diagrammes de rayonnement (niveau en dB), plan E, en fonction de la fréquence, triplaqué.

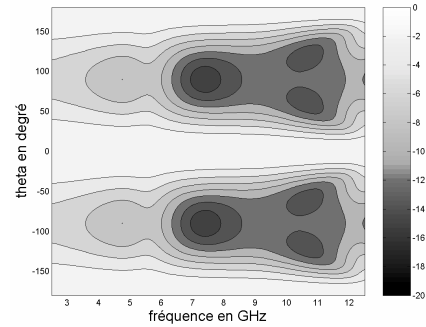


Figure 5 : Diagrammes de rayonnement (niveau en dB), plan H, en fonction de la fréquence, triplaqué.

Sur le même principe, il est possible de visualiser la phase du champ rayonné en fonction de la fréquence. Une phase linéaire va alors se caractériser par un dégradé de couleur (du gris le plus foncé au plus clair ou inversement). Ainsi l'antenne triplaquée possède une phase plus linéaire avec la fréquence dans le plan E (figure 6) par rapport à la structure fente simple (figure 7).

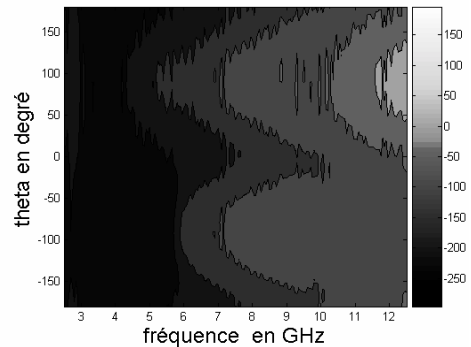


Figure 6 : Diagrammes de phase, plan E, en fonction de la fréquence, triplaqué.

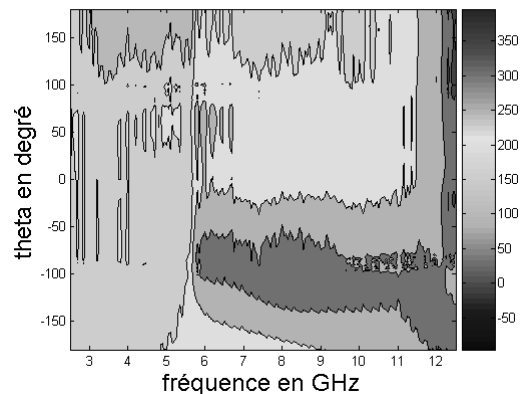


Figure 7 : Diagrammes de phase, plan H, en fonction de la fréquence, triplaqué.

Par ailleurs, le gain moyen est de 5 dB (variations entre 2.3 et 8.3 dB) dans le plan E et de 4 dB (variations entre 2.1 et 5.2 dB) dans le plan H. Nous obtenons une meilleure stabilité au niveau du gain par rapport à l'antenne fente simple : variations

entre 2.1 et 8.2 dB, dans le plan E et entre 1.8 et 5.6 dB, dans le plan H. Les courbes sont présentées figure 8.

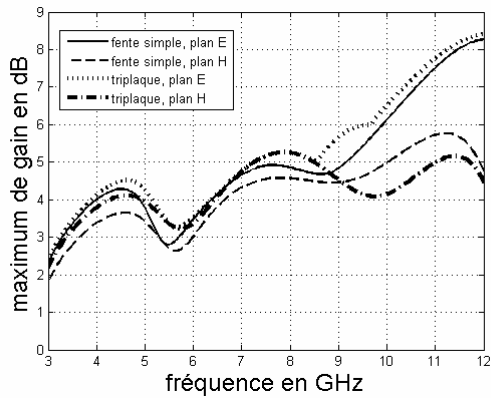


Figure 8 : Gains plans E et H pour les 2 antennes.

4 Antennes avec plan de masse

4.1 Géométrie et adaptation

Un plan de masse rectangulaire de longueur 60 mm et de largeur 48 mm ($1.3\lambda \times \lambda$ à $f_c = 6.5$ GHz) est placé au dessous de l'antenne, figure 9.

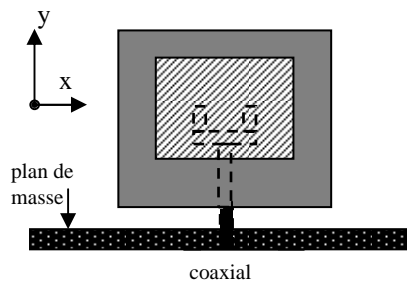


Figure 9 : Structure avec plan de masse.

Les dimensions de la structure restent identiques au cas précédent. L'ajout d'un plan de masse perturbe peu l'adaptation de l'antenne triplaque dont la bande passante s'étend de 3.5 à 12.1 GHz (bande passante fractionnelle de 110 %, figure 10). Par contre, la structure fente simple ne présente plus un comportement large bande.

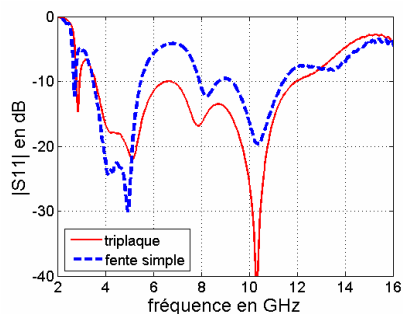


Figure 10 : Adaptation en impédance.

4.2 Diagrammes de rayonnement

Les diagrammes de rayonnement simulés sont donnés pour les 2 structures, plans YoZ (plan E, figures 11 : triplaque et 12 : fente simple) et XoZ (plan H, figure 13 : triplaque et 14 : fente simple). La phase du champ rayonné plan E est présentée aux figures 15 (triplaque) et 16 (fente simple).

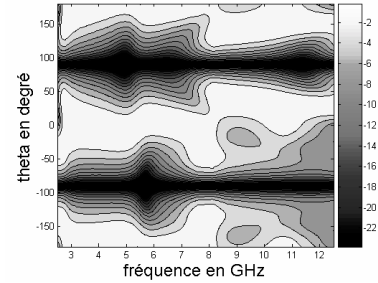


Figure 11 : Diagrammes de rayonnement (niveau en dB), plan E, en fonction de la fréquence, triplaque.

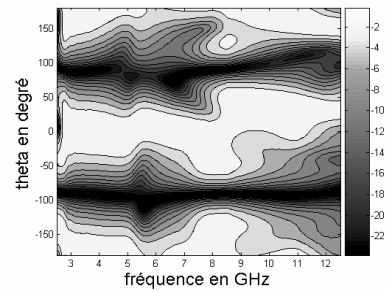


Figure 12 Diagrammes de rayonnement (niveau en dB), plan E, en fonction de la fréquence, fente simple.

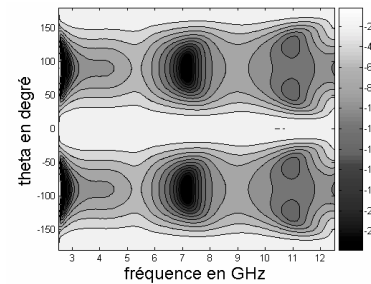


Figure 13 : Diagrammes de rayonnement (niveau en dB), plan H, en fonction de la fréquence, triplaque.

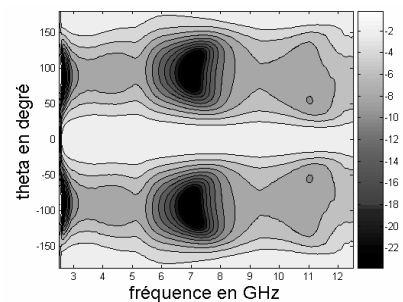


Figure 14 : Diagrammes de rayonnement (niveau en dB), plan H, en fonction de la fréquence, fente simple.

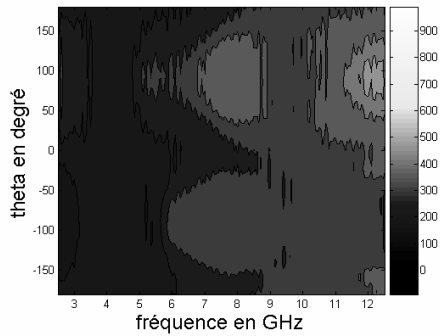


Figure 15 : Diagrammes de phase, plan E, en fonction de la fréquence, triplaquée.

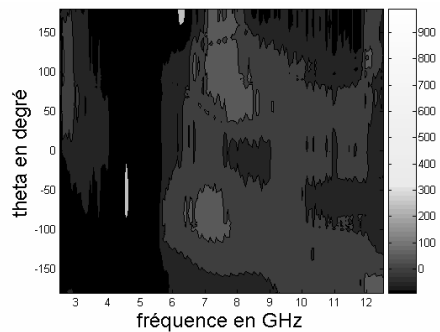


Figure 16 : Diagrammes de phase, plan E, en fonction de la fréquence, fente simple.

L'antenne triplaquée présente des diagrammes plus symétriques ainsi qu'une phase plus linéaire. Cela lui permet d'assurer une plus grande stabilité de rayonnement aussi bien dans le plan E que dans le plan H. En effet, on constate une meilleure bi-directionnalité dans le plan E ainsi qu'une meilleure omni-directionnalité dans le plan H

4.3 Réponse temporelle des antennes

La réponse temporelle de l'antenne a été calculée dans des directions précises et comparée avec le cas de l'antenne fente simple. Le signal excitant l'antenne est un pulse de largeur à mi-puissance 0.04 ns et de durée 0.4 ns. Une sonde a été placée à 1 m de l'antenne, dans sa ligne de visée, en $\theta = 0^\circ$ et $\Phi = 0^\circ$ puis $\theta = 180^\circ$ et $\Phi = 0^\circ$, afin de récupérer le champ rayonné par celle-ci. La figure 17 montre le pulse transmis par l'antenne triplaquée à l'avant et à l'arrière. Les résultats pour l'antenne fente simple sont donnés figure 18. La corrélation avec le signal d'excitation est importante dans les deux cas. Les antennes apportent de très légères oscillations sur la queue du signal mais l'intégrité de ce dernier reste préservée, ce qui rend ces antennes particulièrement intéressantes pour la transmission d'impulsions. Cependant l'antenne triplaquée assure une meilleure bi-directionnalité puisque le pulse qu'elle émet est identique dans les deux directions.

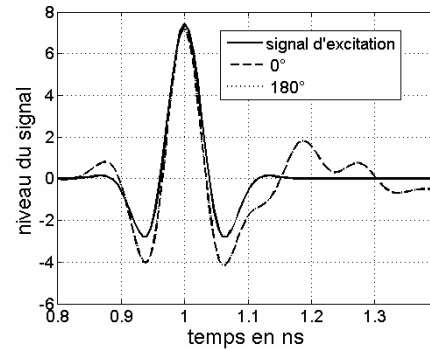


Figure 17 : Réponses temporelles de l'antenne triplaquée en $\theta = 0^\circ$ et $\theta = 180^\circ$, $\Phi = 0^\circ$.

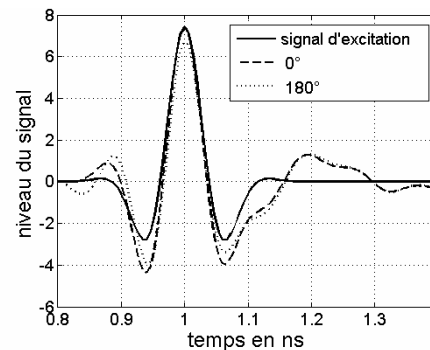


Figure 18 : Réponses temporelles de l'antenne fente simple en $\theta = 0^\circ$ et $\theta = 180^\circ$, $\Phi = 0^\circ$.

5 Conclusion

L'antenne proposée dans cet article est de conception simple, compacte. L'utilisation de diagrammes de rayonnement 2D en amplitude et en phase, ainsi que l'analyse du pulse émis par l'antenne permettent de mettre en évidence ses bonnes caractéristiques de rayonnement temporel. En outre, ses performances sont peu dégradées en présence d'un plan de masse. Cette antenne offre une adaptation en impédance plus importante ainsi que des diagrammes de rayonnement plus stables en fréquence avec une meilleure bi-directionnalité qu'une antenne fente simple.

BIBLIOGRAPHIE

- [Wu, 2003] Qing X., Chia M. Y. W., Wu X., «Wide-Slot Antenna for UWB Application», IEEE APS 2003, session 42.5
- [Davis, 2004] T. Yang, W. A. Davis, «Planar Half-Disk Antenna Structures for Ultra-Wideband Communications», IEEE APS 2004
- [Lee, 2004] R. Chair, A. A. Kishk, K. F. Lee, «Ultrawide-band Coplanar Waveguide-Fed Rectangular Slot Antenna », IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 3, 2004, pp 227-229