

HYPERFRÉQUENCES

Une antenne parabolique directionnelle... plane

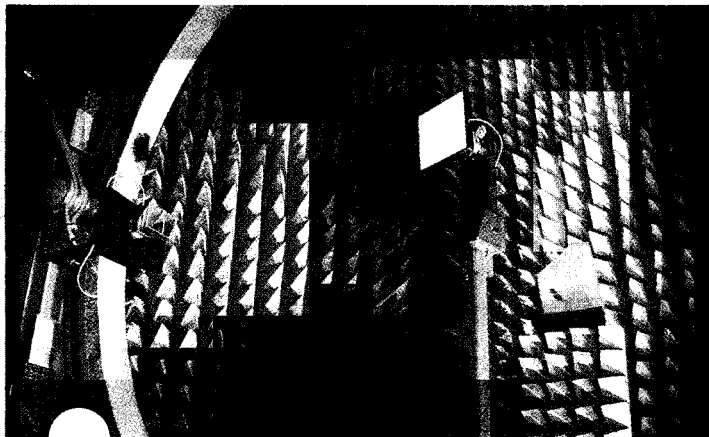
● L'INSTITUT FRESNEL de Marseille a validé un nouveau type d'antennes constituées d'une structure composite.

Quand on veut focaliser l'émission d'une antenne dans un cône et non dans toutes les directions de l'espace, on utilise un réflecteur parabolique. Lequel est lourd et encombrant. Défauts criants dans un satellite de transmission ou dans un avion militaire (radar). C'est pourquoi Alcatel Space a confié à l'Institut Fresnel (Marseille) la conception d'un prototype d'antenne directionnelle légère... et plate.

Stefan Enoch (pour la partie conception) et Pierre Sabouroux (pour la validation expérimentale), ont relevé le défi en moins de deux ans et demi. En particulier grâce à des codes de calcul électromagnétique pointus, développés en interne.

Le cône de directivité de leur dispositif est d'environ 15°. Comprendre: 50% de l'énergie est diffusée sous un angle solide de 15°. Bien sûr, un réflecteur parabolique fait mieux: 2 ou 3°. En outre, il couvre une très large bande de fréquences. Mais, sans ce dispositif, le résultat aurait été de 60 ou 70°. Quant au poids de leur appareil... 200 g contre quelques kilos d'antenne parabolique!

Le secret réside dans une structure composite placée devant la source. Structure dite "périodique à bande interdite photonique" (BIP): des matériaux très "mode", qui viennent de trouver là une brillante application. Explication: en vertu de la loi de Descartes, une onde passant d'un milieu d'indice n dans le vide (air) voit sa déviation à l'axe normal augmenter: le rapport des sinus incident et émergent est égal à n . À l'inverse, un matériau d'indice inférieur à 1 aurait pour effet de focaliser le flux d'onde sortant.



L'antenne émettrice plane, d'un poids de 200 g et d'un faible encombrement, est testée dans une chambre anéchoïde de l'Institut Fresnel.

Impossible, direz-vous? Certes, puisque cela revient à dire qu'un matériau transporterait la lumière plus vite que le vide. En fait, avec ces fameux matériaux BIP, et dans une certaine gamme de fréquences – en l'occurrence autour de 15 GHz –, "tout se passe comme si"... et l'on obtient bien des indices apparents de l'ordre de 0,1.

Une structure légère et peu coûteuse

La structure est composée d'un empilement de mousses et de grilles de cuivre (ici, un sandwich 6 + 6) dont le motif fait quelques centimètres de côté – en fait de minces pistes de circuit imprimé. Pour résumer, l'espacement du maillage est de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde du signal transmis. La mousse, elle, n'a d'autre but que de maintenir la distance entre deux grilles. Cette structure est très légère et, dans le principe, fort peu coûteuse. Beaucoup plus économique en tout cas que les réseaux de "patches" (micro-antennes) qu'on utilise aujourd'hui en lieu et place des réflecteurs paraboliques. Ces derniers présents, par exemple dans le réseau d'antennes GSM,

requièrent en effet une électronique hyperfréquence complexe pour déphaser chaque signal élémentaire.

Ce type de matériaux composites multicouches n'est pas le seul à "redresser" la lumière. D'autres laboratoires utilisent, par exemple, l'arrangement périodique de cristaux photoniques. L'Ircorn (CNRS, recherche en optique et micro-ondes) de Limoges obtient le même effet avec des microcavités dans un cristal qui créent des réseaux d'interférences. Pour autant, les deux chercheurs de l'Institut Fresnel sont confiants: « C'est à notre connaissance la première fois qu'on valide expérimentalement le concept d'une antenne émettrice avec ce type de matériau, assurent-ils. Nous disposons, en outre, d'une grande marge de progrès, en jouant sur les géométries, les matériaux, etc. »

Et comme d'une antenne émettrice à une antenne de réception, il n'y a qu'un pas... Espérons que les disgracieuses paraboles de nos voisins fassent bientôt place à de gracieuses dalles murales. ●

Thierry Mahé

Institut Fresnel : www.fresnel.fr