

# Métamatériaux Textiles Tissés et Tricotés

L. Burgnies<sup>1,2</sup>, C. Cochrane<sup>3</sup>, F. Rault<sup>3</sup>, É. Lheurette<sup>1</sup>, G. Ducournau<sup>1</sup>, V. Koncar<sup>3</sup>, et D. Lippens<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univ. Lille, CNRS, Centrale Lille, ISEN, Univ. Valenciennes, UMR 8520 - IEMN, F-59000 Lille, France

<sup>2</sup> Université du Littoral Côte d'Opale, rue Ferdinand Buisson, 62228 Calais cedex

<sup>3</sup> GEMTEX EA - 2461, ENSAIT, avenue Louise et Victor Champier, 59056 Roubaix cedex  
ludovic.burgnies@iemn.univ-lille1.fr

Des métamatériaux textiles fabriqués par tissage et tricot sont présentés pour des applications en ondes centimétriques et submillimétriques. Dans un premier temps, une structure inspirée des techniques de tissage a été optimisée et fabriquée pour obtenir une avance de phase du coefficient de transmission à travers la structure autour de  $F \sim 25$  GHz. Un second textile constitué d'un réseau de résonateurs en forme de lettre  $\Omega$  a été tricoté pour obtenir une absorption des ondes autour de 30 GHz. Enfin, l'homogénéité d'un tissu métamatériau fabriqué en milieu semi-industriel pour des applications à 500 GHz est présentée.

## Avance de phase dans un métamatériau tissé

Le métamatériau inspiré du tissage est représenté sur la Figure 1. Il est constitué de fils monofilaments diélectriques et de fils de cuivre émaillé contigus positionnés en tête-bêche par le tissage. Comme le montre le coefficient de transmission complexe représenté sur la Figure 2, ce tissage permet d'obtenir un comportement de filtre passe-haut avec une avance de phase et une transmission quasi-unitaire autour de 25 GHz. La structure tissée est alors équivalente à un matériau à indice de réfraction négatif.

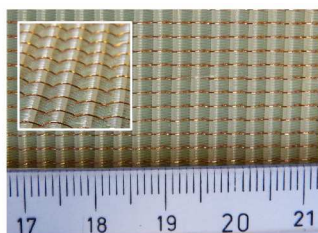


Fig. 1. Métamatériau inspiré du tissage.

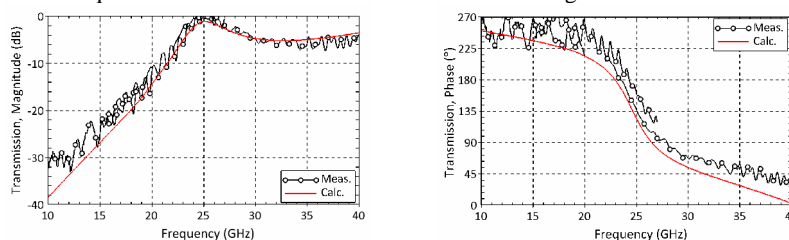


Fig. 2. Coefficient de transmission (module, argument) mesuré et simulé.

## Absorption par un tricot de fils métalliques

Le métamatériau tricoté est représenté Figure 3. Il est constitué de fils de cuivre émaillé et de fils diélectriques (aramide). Après tricotage, le fil de cuivre a été coupé une maille sur trois afin d'obtenir une fréquence de résonance autour de 30 GHz. Sur la Figure 4, le coefficient de transmission expérimental est comparé aux résultats de simulations obtenus pour deux dimensions de la maille élémentaire du tricot. La résonance observée est associée à une réflexion mesurée inférieure à  $-4$  dB (non représentée), et il en résulte un coefficient d'absorption de l'onde proche de 40%.

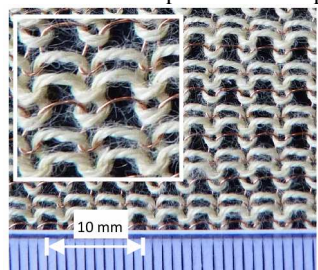


Fig. 3. Métamatériau tricoté.

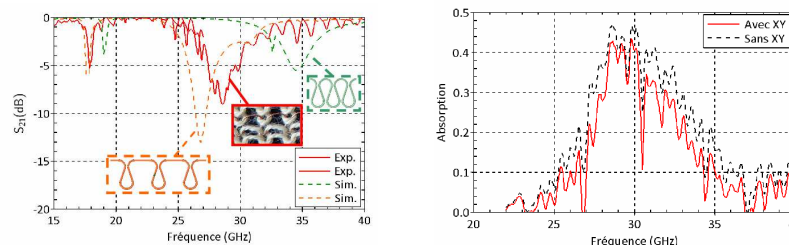


Fig. 4. Coefficient de transmission (module) mesuré et simulé, et absorption mesurée.

## Homogénéité d'un tissu métamatériau

Afin d'envisager des applications des métamatériaux textiles, l'homogénéité d'un tissage de fils de cuivre émaillé a été étudiée. Au préalable, la structure a été dimensionnée afin d'obtenir une fréquence de réjection suivie d'une avance de phase autour de 500 GHz, et en considérant les contraintes de fabrication pour obtenir notamment une ondulation des fils conducteurs suffisante. La structure tissée est représentée sur la Figure 5, et la transmission mesurée en 6 endroits positionnés aléatoirement sur la surface du tissu métamatériau est comparée à la simulation sur la Figure 6. La fréquence de résonance et l'avance de phase mesurées sont peu sensibles au positionnement de la mesure. Cette insensibilité montre la bonne homogénéité du tissu.

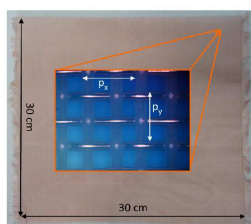


Fig. 5. Tissu métamatériau.

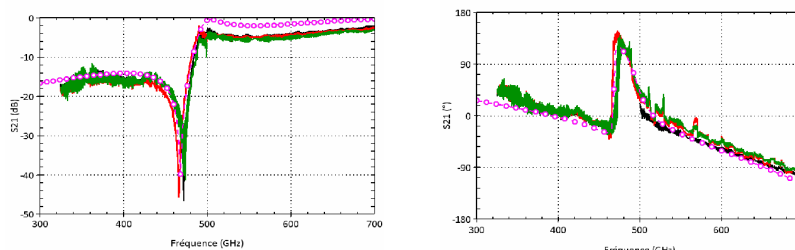


Fig. 6. Coefficient de transmission (module, argument) mesuré et simulé.

Ces travaux ont été effectués avec le soutien du Fonds Européen de Développement Régional/ Met steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling dans le cadre du projet Interreg France-Wallonie-Vlaanderen Luminoptex.