



HAL
open science

Caractérisation et modélisation de l'environnement de propagation (radômes et conditions extérieures) des systèmes radios aux ondes millimétriques et submillimétriques

Daniel Bourreau, Alain Peden

► **To cite this version:**

Daniel Bourreau, Alain Peden. Caractérisation et modélisation de l'environnement de propagation (radômes et conditions extérieures) des systèmes radios aux ondes millimétriques et submillimétriques. JNM 2019, May 2019, Caen, France. hal-02167172

HAL Id: hal-02167172

<https://imt-atlantique.hal.science/hal-02167172v1>

Submitted on 27 Jun 2019

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.

Caractérisation et modélisation de l'environnement de propagation (radômes et conditions extérieures) des systèmes radios aux ondes millimétriques et submillimétriques

Daniel Bourreau, Alain Pédén

Lab-STICC, UMR 6285 CNRS, IMT Atlantique, technopôle Brest-Iroise, CS 83818, 29238 Brest Cedex 3

daniel.bourreau@imt-atlantique.fr

alain.peden@imt-atlantique.fr

Résumé – De nombreuses applications fonctionnent dans les gammes d'ondes millimétriques (> 30 GHz). On peut citer le radar d'aide à la conduite autour de 77 GHz et bientôt aussi 120 GHz, la 4G à 80 GHz et la 5G à 60 GHz pour le backhaul. Compte tenu des besoins en débit et accès, les ondes submillimétriques (fréquences supérieures à 300 GHz) seront dans le futur elles aussi utilisées pour des applications commerciales ; elles le sont actuellement pour des applications scientifiques.

L'étude des interactions des ondes avec l'environnement nécessite une connaissance fine des caractéristiques des milieux mis en jeu. Avec des aménagements du banc de test sont résumées ici la caractérisation de l'eau et le modèle de Debye extrait, et l'incidence du ruissellement de la pluie (mesures et modèle) sur un radôme.

1. Introduction

Il s'agit en particulier de connaître la permittivité diélectrique des matériaux puisque ce paramètre est indispensable pour concevoir et optimiser les dispositifs : antennes et radômes ainsi que les circuits imprimés ([1]).

L'environnement de propagation doit aussi être connu. La permittivité de l'eau a été extraite et modélisée en bande W ; nous avons ensuite caractérisé des radômes avec la superposition d'un ruissellement suivant une intensité de pluie. Les boues et salissures, mélanges d'eau de sable et de terre, seront bientôt caractérisées.

Deux bancs en espace libre sont opérationnels dans les bandes Ka (26-40 GHz) et W (75-110 GHz) et un banc est en cours de développement dans la bande D (110-170 GHz) ; des travaux en bande J (220-325 GHz) débutent.

2. Caractérisation de matériaux

Le principe consiste à placer le matériau ou la cellule entre deux antennes et, après calibrage on utilise les coefficients de transmission pour extraire la permittivité complexe ([1], [2]) ; les coefficients de réflexion valident le modèle. Pour des matériaux solides homogènes à plans parallèles les correspondances entre mesures et modélisations ([2]) sont excellentes.

Avec une cuve optimisée ([3]), il en est désormais de même pour les matériaux non-solides.

3. Caractérisation et modélisation de l'eau

3.a. Modèle de Debye ([4])

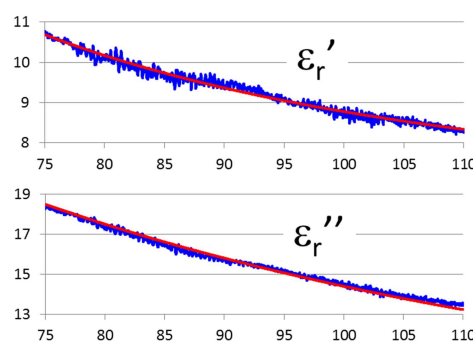


Figure 1 : permittivité extraite et modèles de Debye de l'eau en bande W

Sans connaissance à priori les valeurs aux limites du modèle, et avec les mesures réalisées dans cette bande restreinte, le modèle de Debye admet plusieurs solutions.

Un banc BF (10Hz-15MHz) est actuellement mis en œuvre pour faire avec pertinence le choix de la solution.

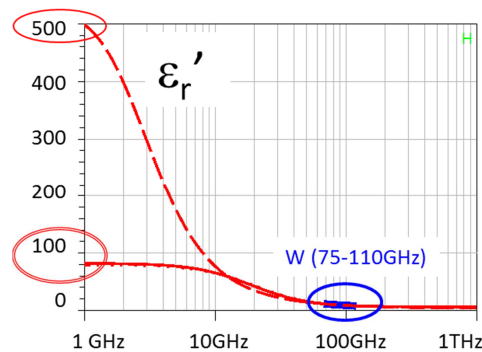


Figure 2 : partie réelle de la permittivité de l'eau extraite et du (des) modèle (s) de Debye

Ces mesures BF donneront aussi une information sur la qualité et la pollution de l'eau ([5]).

3.b. Paramètres S de la cellule remplie d'eau

Dans la bande testée, les paramètres S mesurés et modélisés de la cellule sont très concordants.

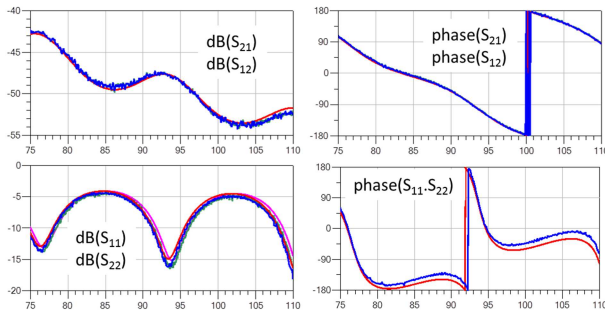


Figure 3 : paramètres S mesurés modélisés

4. Caractérisation et modélisation de l'effet de la pluie sur un radôme

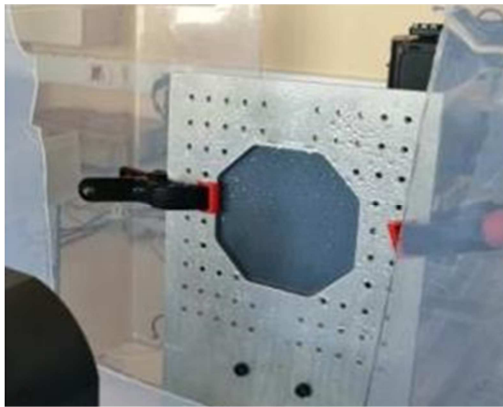


Figure 4 : cellule de test pour la pluie

Le matériel de mesure a tout d'abord été protégé vis-à-vis des projections d'eau. La quantité d'eau manuellement pulvérisée (seringues), est quantifiable ; l'intensité de pluie équivalente ne l'est pas encore.

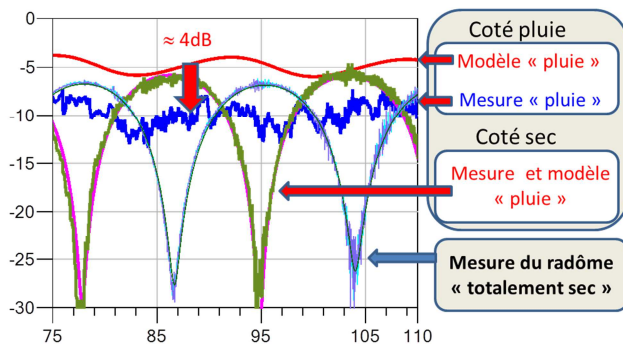


Figure 5 : modélisation et caractérisation du ruissellement de la pluie sur un radôme

Le radôme est tout d'abord caractérisé et modélisé « sec ». L'épaisseur du ruissellement (« pluie ») est estimée à partir des coefficients de réflexions du « côté sec » du radôme. La corrélation des 4 paramètres S est alors presque optimale en amplitude et en phase ; les différences en transmission et en réflexion « côté pluie » proviennent des vaguelettes observées à la surface du ruissellement.

Pour chaque radôme testé, les mesures plusieurs fois répétées sont similaires ; la pulvérisation manuelle est donc répétitive. Les résultats avec les gouttelettes restantes après le ruissellement sont tout aussi précis et répétitifs.

5. Conclusion

Un banc basses-fréquences de caractérisation de l'eau va être mis en œuvre pour faire le choix des constantes du modèle de Debye. Nous nous servirons aussi de ce moyen pour des études sur la qualité de l'eau.

Les résultats obtenus pour le ruissellement de la pluie sur un radôme sont excellents. La diffraction des vaguelettes est en étude et nous évaluons des moyens pour paramétrer la pulvérisation d'eau suivant l'intensité de pluie voulue.

Nous allons étendre cela à différents types d'eau mais aussi au givre et à la neige ainsi qu'aux salissures, mélanges d'eau de sable et de terre (boues, ...).

Pour des matériaux solides (mono ou multicouches) le banc a été qualifié pour des mesures sous incidence oblique ; ce test est aussi envisagé avec la « pluie ».

Ces modèles approvisionnent la plateforme de simulation radar développée au laboratoire.

6. Remerciements

Nous remercions Jean-Marc AUTRET et Jean-Pierre CLERE pour la réalisation des cellules et des montages mécaniques.

Références

- [1] J.L. Le Bras, M. Le Goff, B. Deschamps, A. Peden, D. Bourreau, S. Toutain, "Quasi optical circuit measurements method in W band". ESA workshop, 1998
- [2] D. Bourreau, A. Peden, S. Le Maguer, "A quasi-optical free-space measurement setup without time-domain gating for material characterization in the W-band". IEEE transactions on instrumentation and measurement, december 2006, vol. 55, n° 6, pp. 2022-2026
- [3] A. Peden, D. Bourreau, "Characterization of non-solid materials in the W-Band" 15^{èmes} journées de Caractérisation Microondes et Matériaux Paris, 19-21 Mars 2018
- [4] N. Chen, R. Gourova, O.A Krasnov and A. Yarovoy, "The Influence of the Water-covered Dielectric Radome on 77GHz Automotive Radar Signals". Proceedings of the 14th European Radar Conference 11-13 Oct 2017, Nuremberg, Germany
- [5] Hashem Al-Mattarneh, Abdullah Alwadiieb "Development of Low Frequency Dielectric Cell for Water Quality Application", 4th International Conference on Process Engineering and Advanced Materials, ICPEAM 2016 Procedia Engineering 148 (06/2016) 687 – 693