HAL open science

Impact d'un panneau réflecteur sur une liaison radio indoor à 60 GHz en configuration NLOS : mesure et simulation

Mbissane Dieng, Gheorghe Zaharia, Ghaïs El Zein

To cite this version:

Mbissane Dieng, Gheorghe Zaharia, Ghaïs El Zein. Impact d'un panneau réflecteur sur une liaison radio indoor à 60 GHz en configuration NLOS : mesure et simulation. 22ème édition des Journées Nationales Microondes (JNM), Laboratoire XLIM, Jun 2022, Limoges (France), France. hal-04016338

HAL Id: hal-04016338

https://hal.science/hal-04016338v1

Submitted on 10 Mar 2023

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.

Impact d'un panneau réflecteur sur une liaison radio indoor à 60 GHz en configuration NLOS : mesure et simulation

Mbissane Dieng, Gheorghe Zaharia, Ghais El Zein
Univ Rennes, INSA Rennes,CNRS, IETR, UMR 6164, F 35000, Rennes, France
Mbissane.Dieng@insa-rennes.fr

Résumé *– Le monde des télécommunications connaît une croissance significative grâce à l'intégration des communications sans fil en bande millimétrique. Toutefois, la couverture de ces systèmes est relativement limitée en raison des pertes de propagation élevées. Dans ce travail, l'étude porte sur l'utilisation d'un panneau réflecteur métallique disposé verticalement en vue d'améliorer la couverture radio à 60 GHz, dans un couloir, hors visibilité directe (NLOS). Les résultats obtenus aussi bien par mesure que par simulation montrent que l'utilisation d'un panneau métallique peut améliorer la couverture radioélectrique, avec une diminution des pertes de puissance d'environ 10 dB.*

1. Introduction

Ces dernières années ont été marquées par une évolution constante des technologies sans fil telles que le WiFi (802.11ad/ ay), les réseaux mobiles de la 4G à la 5G ou les réseaux d'objets connectés.
L'utilisation des fréquences millimétriques (mmW), qui couvrent la bande de 30 à 300 GHz, assure des débits de données très élevés et augmente la capacité des réseaux [1].]. Il est ainsi possible aux utilisateurs d'accéder à de nombreux types d'applications telles que le vidéo streaming, la télévision haute définition (HDTV), le transfert rapide de fichiers volumineux, etc. Dans ce contexte, la bande de fréquences autour de 60 GHz suscite un intérêt particulier.

Cependant, les ondes millimétriques sont assujetties à de fortes pertes de propagation et de fortes atténuations par pénétration ou par obstruction, en particulier pour les scénarios sans visibilité directe (NLOS, Non-Line-Of-Sight). Des recherches récentes ont révélé que l'utilisation de ces ondes permet de tirer parti de ces difficultés, en mettant en œuvre des stations relais ou des réflecteurs passifs, ou bien en utilisant des techniques de formation de faisceaux, pour éviter les obstructions et contourner les obstacles [2] – [4].

L'objectif de cette étude consiste à utiliser un panneau réflecteur métallique pour évaluer son impact sur la couverture radioélectrique en environnement indoor à 60 GHz, dans un couloir, en NLOS. Le reste de cet article est développé comme suit : La section 2 décrit l'environnement et le scenario de mesure. La section 3 présente les résultats obtenus par mesure et par simulation avec le logiciel WinProp. Enfin, une conclusion sera donnée dans la section 4.

2. Environnement et scenario de mesure

Comme le montre la Figure 1, l'environnement de mesure est un couloir en forme de L constitué de deux parties. Les dimensions de la partie A sont 3,69 × 2 × 3 m^3 et celles de la partie B sont 4,7 × 1,62 × 3 m^3.

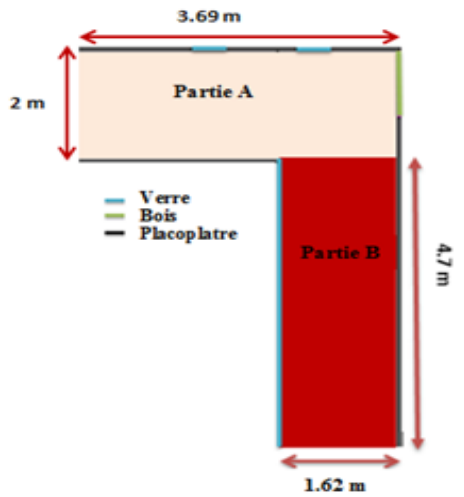


Figure 1. Environnement de mesure

Le système de mesure utilisé est construit autour d'un analyseur de réseau vectoriel (VNA) (Figure 2).

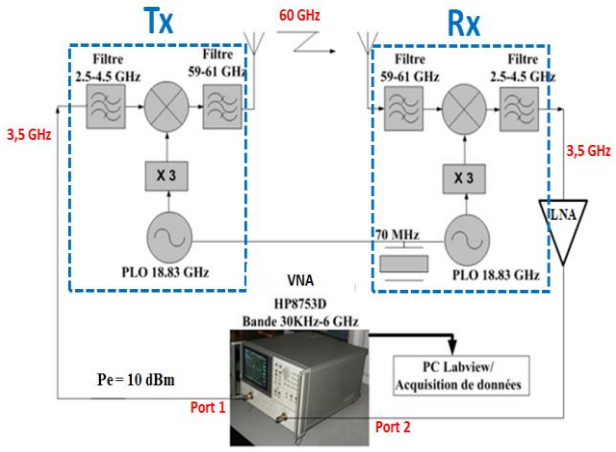


Figure 2. Système de mesure à 60 GHz

Les paramètres de ce système sont donnés dans le Tableau 1. Le VNA est relié aux blocs émetteur et récepteur via les ports 1 et 2 respectivement. Le VNA permet de mesurer le paramètre S_{21} qui représente la réponse en fréquence du canal de propagation.

Fréquence centrale (GHz)	60
Fréquence intermédiaire (GHz)	3,5
Bande de mesure (GHz)	2
Nombre de points fréquentiels	401
Pas de fréquence (MHz)	5
Puissance d'émission RF (dBm)	0

Tableau 1. Paramètres du système de mesure [1]

Deux types d'antennes disponibles ont été utilisés durant ces mesures : une antenne omnidirectionnelle du côté émetteur (Tx) et une antenne cornet du côté récepteur (Rx). Leurs caractéristiques sont données dans [5]. D'après le principe de réciprocité du canal de propagation, la permutation des deux antennes devrait conduire au même résultat, à condition que l'antenne directive Tx en position Tx16 soit orientée vers le milieu M du panneau réfléchissant en formant un angle γ avec l'axe du couloir.

La Figure 3 décrit le scenario de mesure. L'antenne Rx a été fixée à une distance L_R = 3,69 m du fond du couloir et orientée vers le centre M du panneau. Par contre, l'antenne d'émission Tx a été placée dans 16 positions espacées de 25 cm. Une plaque métallique (AB), d'une longueur de 98,2 cm et d'une largeur de 59,5 cm a été utilisée. La largeur de la plaque était placée horizontalement et sa longueur placée verticalement (Figure 4). Son centre M est placé à une hauteur de h = 1,37 m du sol, la même hauteur que celle des antennes Tx et Rx.

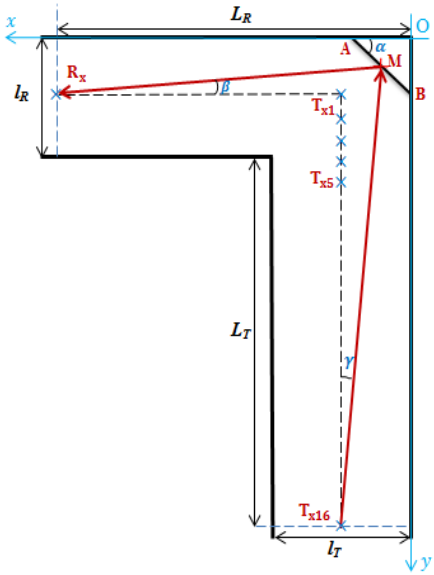


Figure 3. Scenario de mesure

Afin de favoriser la position la plus éloignée Tx16, le panneau métallique est orienté d'un angle α par rapport à l'axe Ox du couloir, comme le montre la figure 3. L'antenne directive Rx a été orientée vers le centre M du panneau métallique selon un angle β avec l'axe du couloir. Des détails sur le calcul des angles α, β et γ sont donnés dans [1].

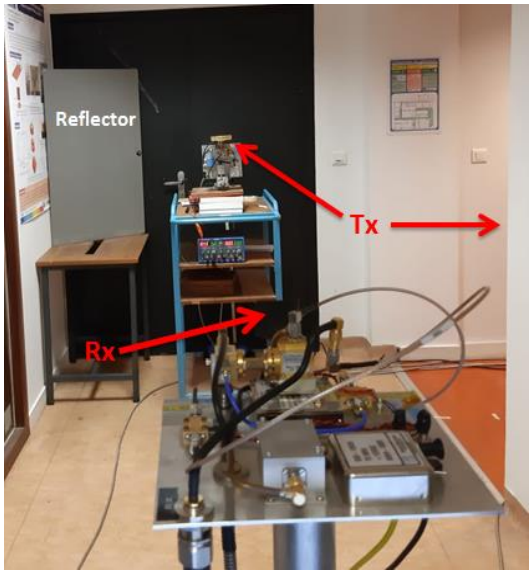


Figure 4. Photo du couloir avec le réflecteur placé verticalement

3. Résultats obtenus par mesure et par simulation

Les résultats obtenus par mesure (Figure 5) montrent que l'utilisation d'un panneau métallique entraîne une légère diminution des pertes de puissance pour les positions initiales (LOS). Par contre, une importante diminution des pertes de puissance d'environ 10 dB a été obtenue à la position la plus éloignée Tx16 (NLOS).

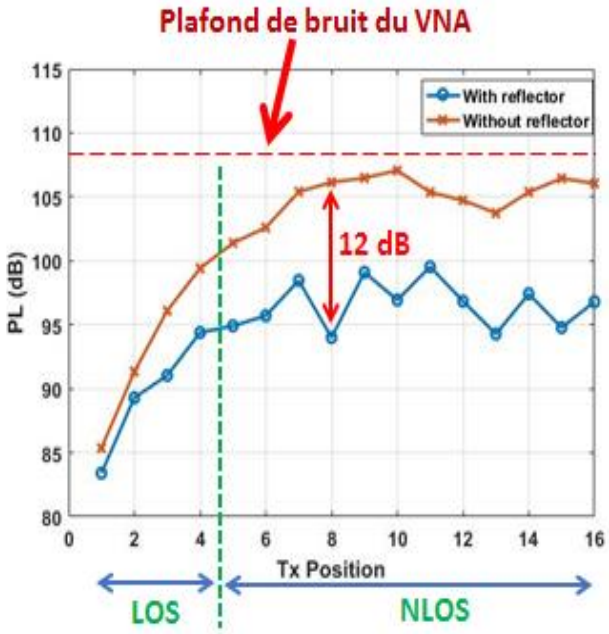
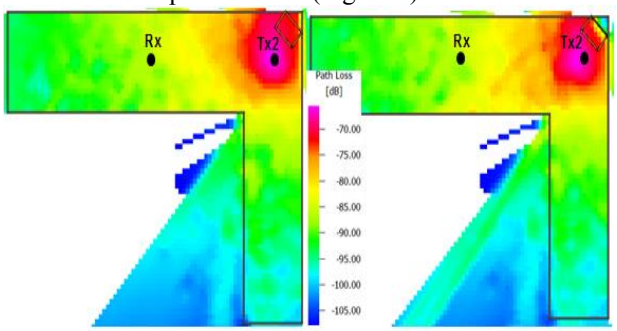


Figure 5. Résultats de mesure [1]

La simulation a été faite avec le logiciel du commerce WinProp. Les résultats obtenus montrent que dans la zone LOS, l'utilisation du panneau entraine une

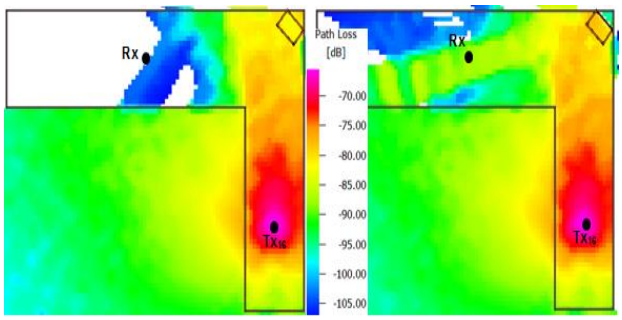
faible diminution des pertes de puissance d'environ 2 dB au niveau de la position Tx2 (Figure 6).



a) Sans panneau **b) Avec panneau**

Figure 6. Couverture de Tx2 en LOS

Pour la position la plus éloignée Tx16 en position NLOS (Figure 7a), sans l'utilisation du panneau métallique, les pertes de propagation (PL) sont d'environ 105 dB. Lorsque le panneau métallique est utilisé, ces pertes diminuent jusqu'à environ 95 dB (Figure 7 b).
Ces résultats de simulation effectuée avec et sans panneau métallique pour ces configurations (LOS, NLOS), sont en accord avec ceux obtenus par mesure.



a) Sans panneau **b) Avec panneau**

Figure 7. Couverture de Tx16 en NLOS

Ces résultats, obtenus par mesure et par simulation, montrent que l'utilisation d'un tel panneau métallique peut entrainer une diminution des pertes de puissance d'environ 10 dB. On améliore ainsi la couverture radioélectrique en configuration NLOS.

Par simulation on peut mettre en évidence l'existence des différents multi trajets (en bleu), ainsi que le trajet direct (en vert) en position Tx2 LOS (Figure 8).

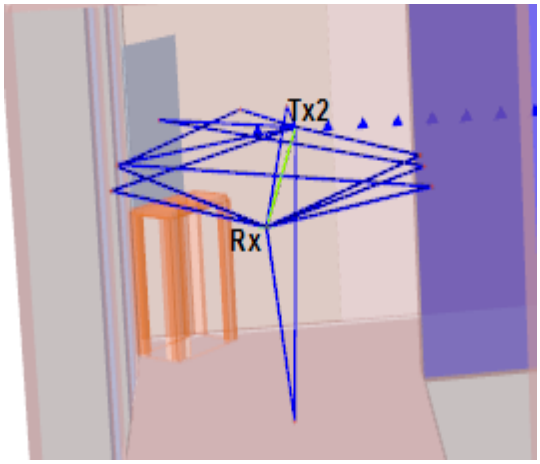


Figure 8. Multi trajets entre Tx2-Rx en LOS

A partir de la position Tx16 en NLOS, la Figure 9 montre le trajet dirigé vers le centre M du panneau (en vert) puis réfléchi par ce dernier vers Rx.

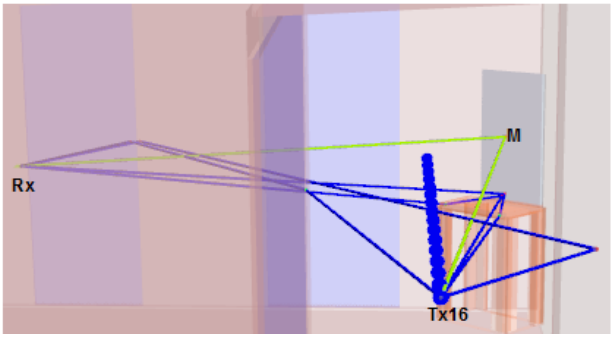


Figure 9. Multi trajet entre Tx16-Rx en NLOS

Le même panneau métallique disposé horizontalement dans le même scenario [6] donne une diminution beaucoup plus importante des pertes de puissances. En effet, compte tenu de l'ouverture en azimut et en élévation des diagrammes de rayonnement des antennes utilisées, l'énergie renvoyée dans la direction du récepteur sera plus importante lorsque le panneau est disposé horizontalement.

4. Conclusion

Des résultats de mesure et de simulation ont été présentés. Ils portent sur l'évaluation des pertes de puissance à 60 GHz en indoor, hors visibilité. Globalement, ces résultats montrent que l'utilisation du panneau métallique entraîne une diminution des pertes de puissance d'environ 10 dB à partir de la position Tx 8. Une simulation par tracé de rayons permet d'identifier les multi-trajets les plus significatifs en LOS (Tx2) et NLOS (Tx16) et de mettre en évidence l'existence du trajet dirigé vers le centre M du panneau, à partir de la position Tx16 la plus éloignée. D'autres travaux pourront porter sur l'utilisation d'autres types de réflecteurs.

5. Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet ANR MESANGES.

Références

[1] M. Dieng, M. El Hajj, G. Zaharia, and G. El Zein, «*Improvement of Indoor Radio Coverage at 60 GHz in NLOS Configuration*», IEEE Int. Conf. on Antenna Measurements and Applications (CAMA), 2021, pp. 1–4.

[2] T. S. Rappaport, G. R. MacCartney, M. K. Samimi, and S. Sun, «*Wideband millimeter-wave propagation measurements and channel models for future wireless communication system design*», IEEE Trans. Commun., vol. 63, no. 9, pp. 3029–3056, Sept. 2015.

[3] D. Wang, R. Gillard, and R. Loison, «*A 60 GHz passive repeater array with quasi-end fire radiation based on metal groove unit cells*», International Journal of Microwave and Wireless Technologies, 8(3), pp. 431-436, 2016.

[4] L. Talbi and J. Le Bel, «*Broadband 60 GHz Sounder for Propagation Channel Measurements over*

Short/Medium Distances», IEEE Trans. on Instrum. and Measurement, vol. 63, no. 2, pp. 343-351, Feb. 2014.
[5] M. El Hajj, G. El Zein, G. Zaharia, H. Farhat and S. Sadek, «*Angular Measurements and Analysis of the Indoor Propagation Channel at 60 GHz»*, International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), Oct. 2019, pp. 121–126.
[6] M. El Hajj, M. Dieng, G. Zaharia, G. El Zein, «*Enhancement Indoor mmWave Coverage Using Passive Reflector for NLOS Scenario»*, EuCAP 2022, Europe's flagship conference on antennas and propagation, 27 March 2022, Madrid.