

Antenne sur boîtier de puce pour les applications UWB autour du corps

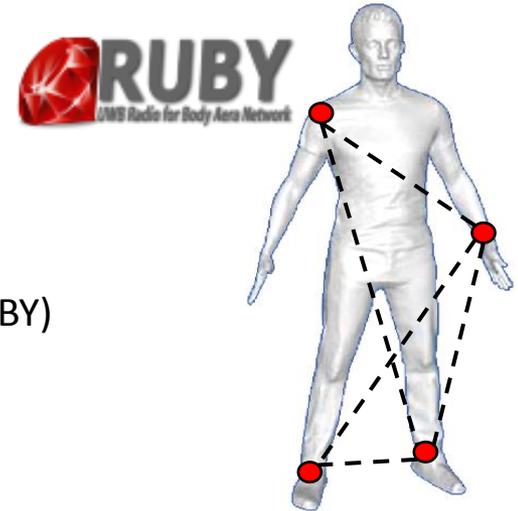
Olivier Clauzier, Serge Bories et Christophe Delaveaud
CEA-LETI (Grenoble)

URSI France Journées scientifiques 2014 – 25 et 26 mars – PARIS

Plan de la présentation

- Contexte et Motivations
- Conception de l'antenne
- Performances simulées / mesurées
- Analyse dans le domaine temporel
- Propagation entre deux antennes présentes sur le fantôme
- Conclusions

Contexte et Motivations

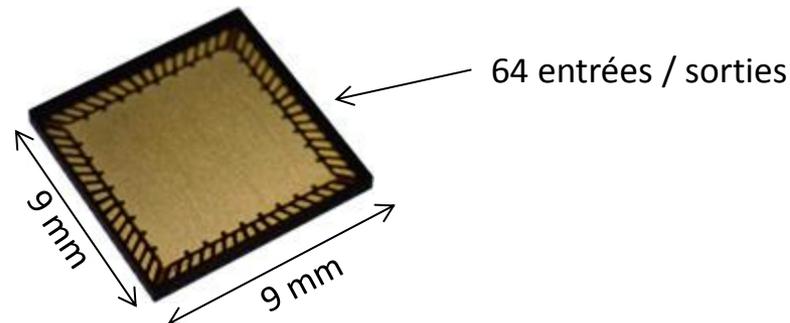


■ Contexte:

- Application autour du corps (BAN)
 - Antenne disposée sur la branche d'une lunette (Projet RUBY)
 - Pour une optimisation du lien radio (propagation):
 - Rayonnement omnidirectionnel,
 - Polarisation normale à la surface du corps [1]

■ Contraintes

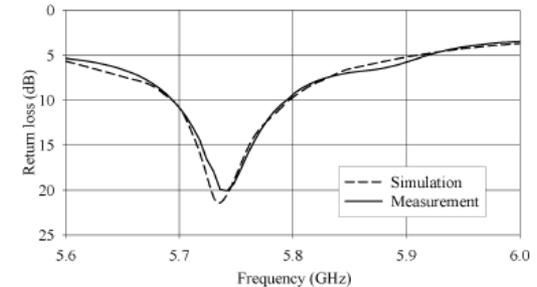
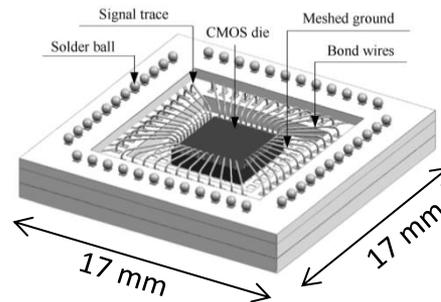
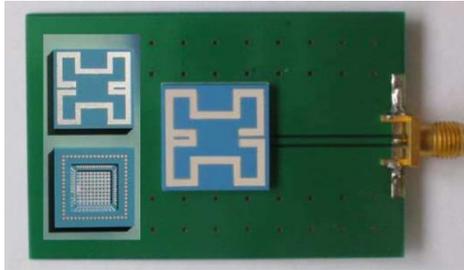
- Large bande de fréquences : 7 – 9 GHz (bande haute de la bande UWB)
- Intégration sur un boîtier à puce de type QFN64: faible épaisseur d'antenne



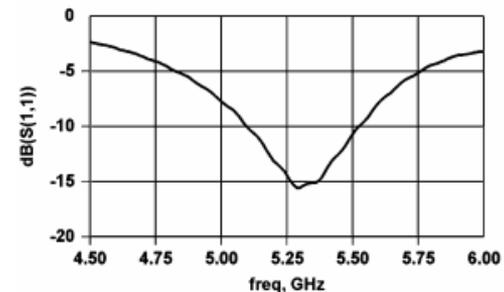
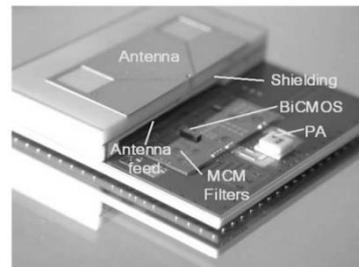
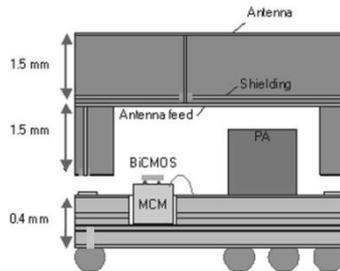
[1] Rosini, R.; D'Errico, R.; Verdone, R., "Body-to-Body communications: A measurement-based channel model at 2.45 GHz," *Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), 2012 IEEE 23rd International Symposium on*, pp.1763,1768, 9-12 Sept. 2012

Contexte et Motivations

- Etat de l'art sur les systèmes sur packaging (SOP)
 - Antenne microruban méandrée appliquée à la technologie multicouches LTCC (Low Temperature Co-Fired ceramic) placée au-dessus d'une puce [2]



- SOP réalisé à l'aide d'une antenne patch à fentes avec polarisation circulaire (23 mm x 23 mm) [3]

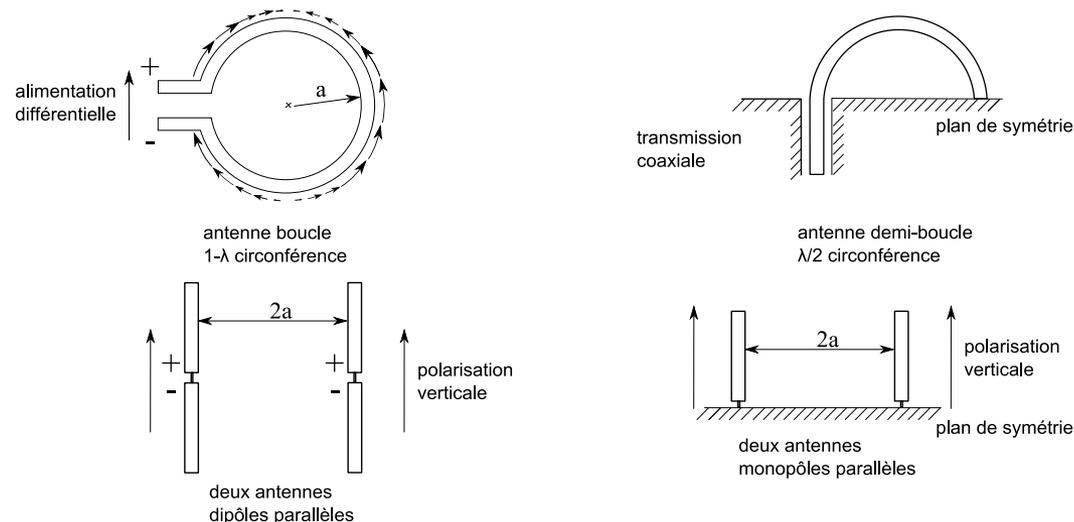


[2] Zhang, Y.-P.; Sun, M.; Lin, W., "Novel Antenna-in-Package Design in LTCC for Single-Chip RF Transceivers," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on*, vol.56, no.7, pp.2079,2088, July 2008

[3] Brebels, S.; Ryckaert, J.; Come, B.; Donnay, S.; De Raedt, W.; Beyne, E.; Mertens, R.P., "SOP integration and codesign of antennas," *Advanced Packaging, IEEE Transactions on*, vol.27, no.2, pp.341,351, May 2004

Conception de l'antenne

- Au regard de la littérature scientifique :
 - Problème de bande passante
 - Problème de polarisation d'antenne (contraintes BAN)
- Solution: l'antenne demi-boucle [4]:



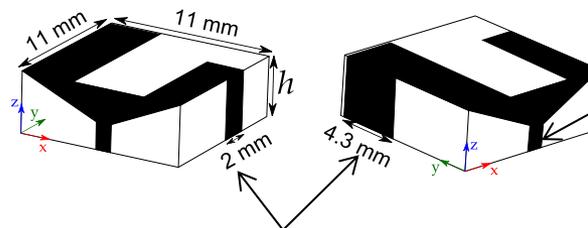
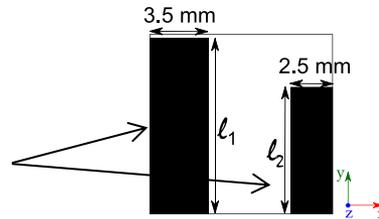
Circuits équivalents d'une antenne boucle électriquement grande

[4] Schantz, H.G., "UWB magnetic antennas," *Antennas and Propagation Society International Symposium, 2003*, vol.3, pp.604,607, June 2003

Conception de l'antenne

- Pour un élargissement de la bande passante, deux antennes demi-boucles ont été couplées

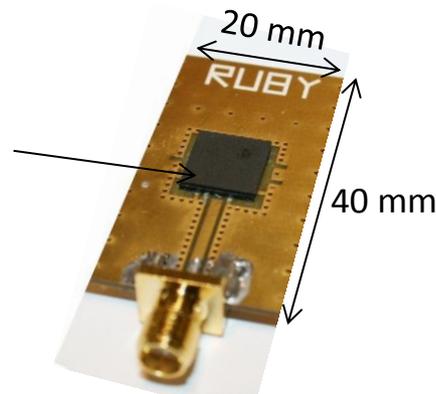
Demi-boucles de longueurs différentes



Connectée à une ligne coplanaire 50 Ω

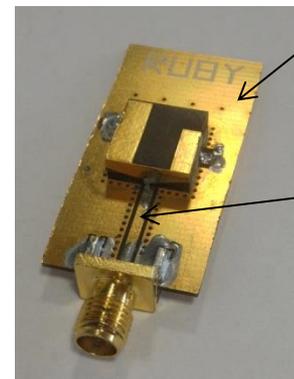
Connectées au plan de masse

Boitier QFN64
(9 mm x 9 mm x 0,8 mm)



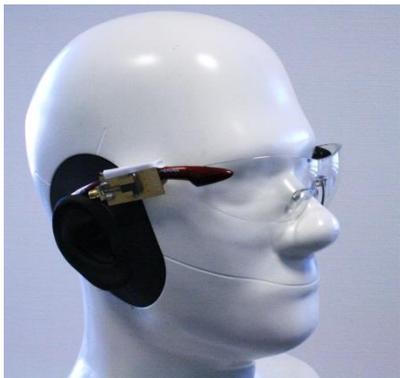
Le circuit imprimé couvre le boitier QFN

Alimentation coplanaire



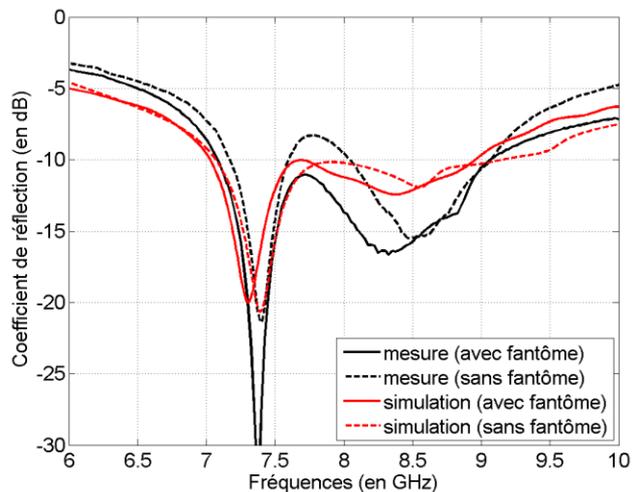
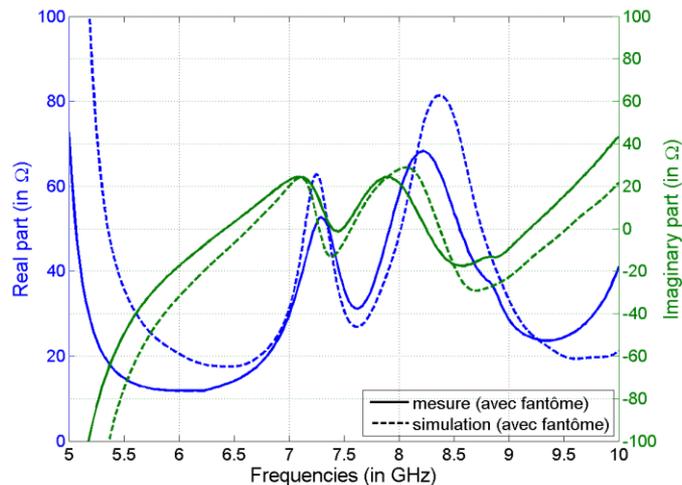
Performances simulées / mesurées

■ Impédance d'entrée sur fantôme



$\epsilon_r = 42$ et $\tan\delta \approx 0,053$ à 8 GHz

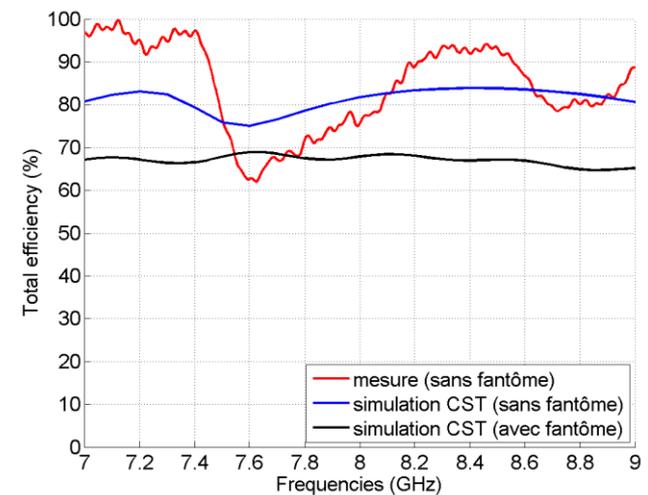
- $S_{11} < -10$ dB entre 7,1 – 9 GHz
- Bon accord entre les simulations et les mesures
- Amélioration du coefficient de réflexion de l'antenne en présence du fantôme



Performances simulées / mesurées

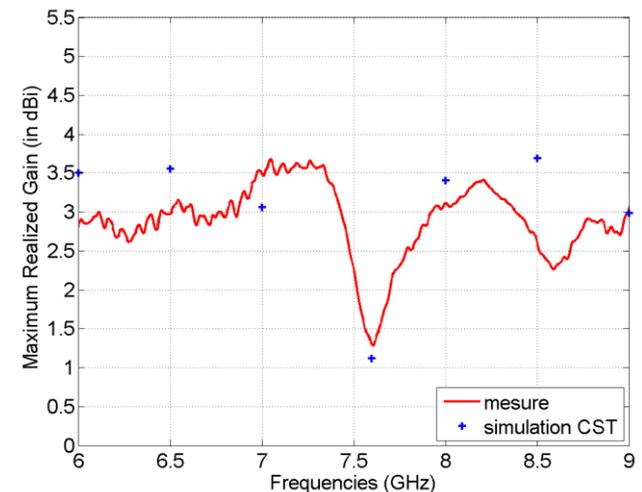
■ Efficacité totale (sans fantôme)

- En mesure, sans fantôme, $60\% < \epsilon_{\text{tot}} < 95\%$ sur 7 – 9 GHz
- Avec fantôme, 15% de perte sur l'efficacité totale



■ Gain réalisé maximum

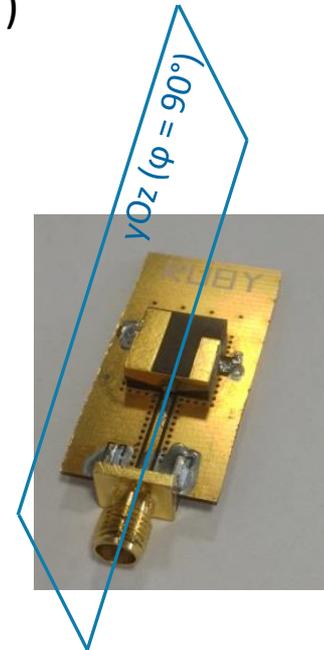
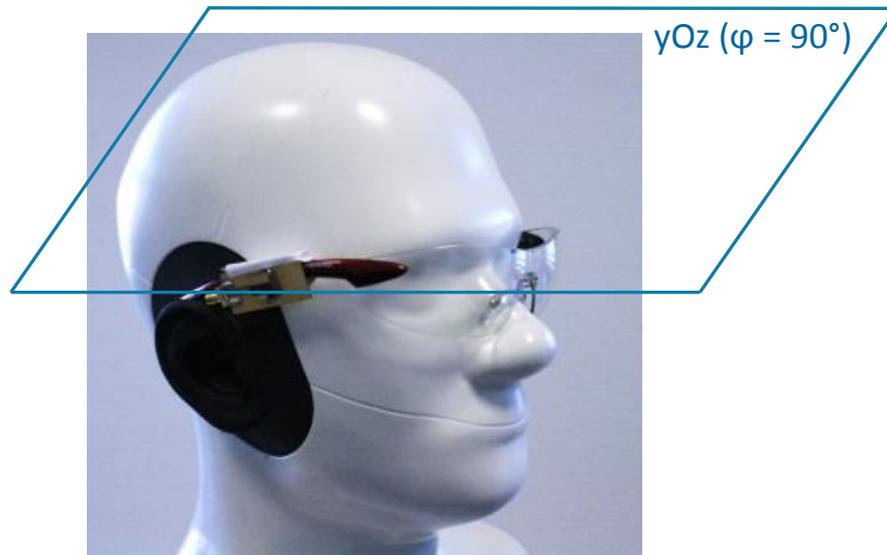
- $1 \text{ dBi} < G_{\text{réalisé,max}} < 3,5 \text{ dBi}$ sur 7 – 9 GHz avec le fantôme
- Bon accord entre les simulations et les mesures



Performances simulées / mesurées

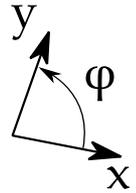
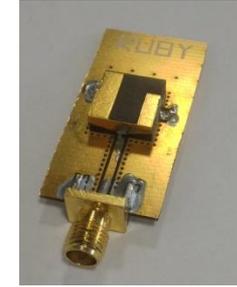
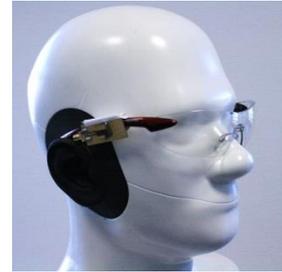
- Diagrammes de rayonnement

Plan yOz ($\varphi = 90^\circ$)

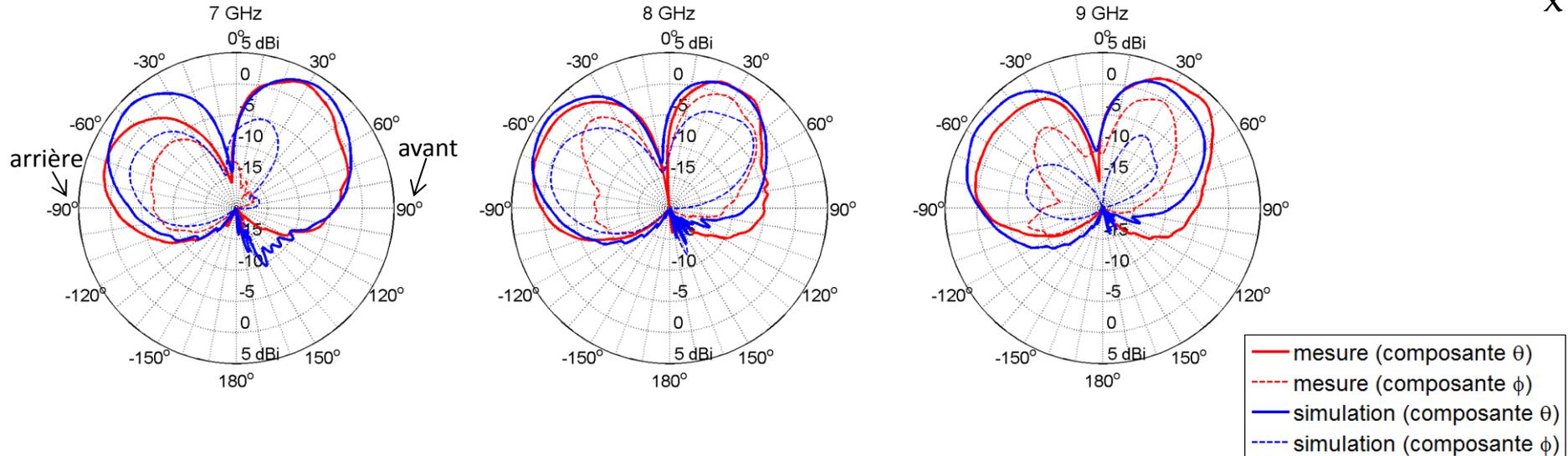


Performances simulées / mesurées

- Diagrammes de rayonnement



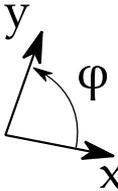
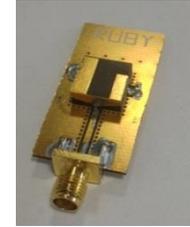
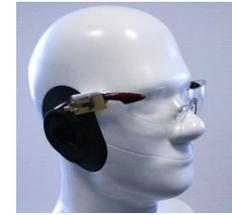
Plan γOz ($\phi = 90^\circ$)



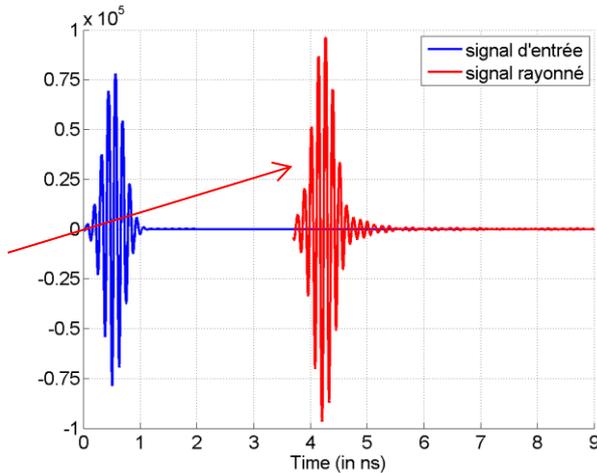
- Rayonnement faible dans la direction normale au plan de masse (Oz axis) : rayonnement de type monopolaire
- Quelques divergences entre simulation et mesure pour $\theta = -90^\circ$ en raison du câble de mesure
- Peu d'énergie rayonnée derrière le crâne

Analyse dans le domaine temporel

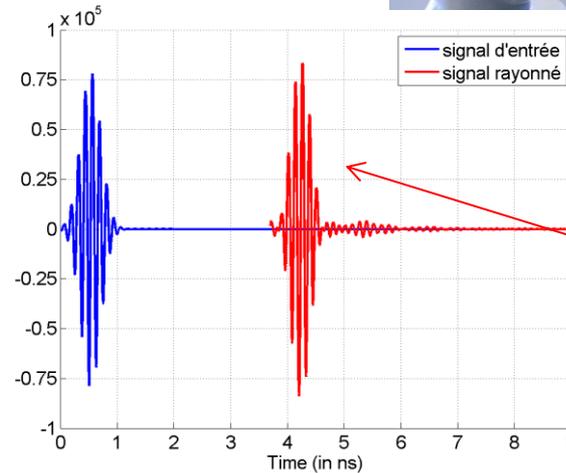
- Signal d'entrée : Impulsion gaussienne de spectre 7 – 9 GHz



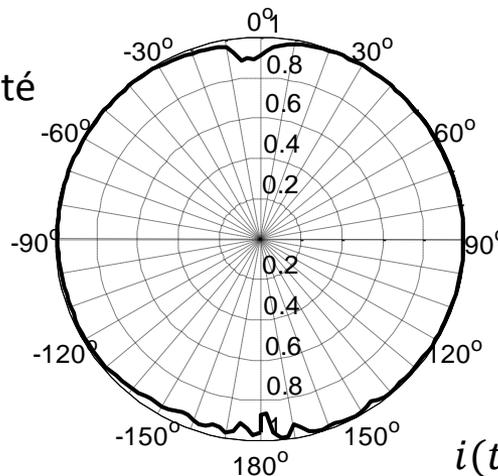
Direction
 $\theta = -50^\circ$
 $\varphi = 90^\circ$



Direction
 $\theta = +50^\circ$
 $\varphi = 90^\circ$



Facteur de fidélité (FF)



Facteur de fidélité (FF)

- Facteur de fidélité mesuré supérieur au minimum communément accepté (0,7)

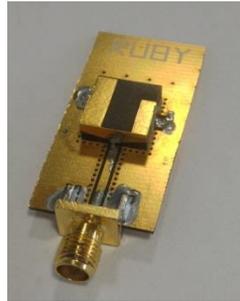
$$FF = \frac{\max_{\tau} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} i(t) \cdot r(t + \tau) dt \right)}{\sqrt{\left(\int_{-\infty}^{+\infty} i^2(t) dt \right) \cdot \left(\int_{-\infty}^{+\infty} r^2(t) dt \right)}}$$

$i(t)$: signal d'entrée ; $r(t)$: signal rayonné

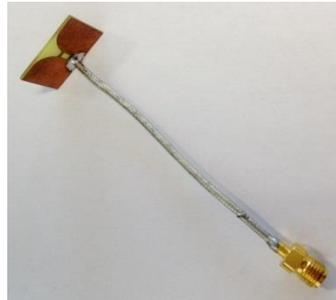
Propagation entre deux antennes présentes sur le fantôme

- Deux cas de figure considérés

Antenne avec polarisation **normale** à la peau

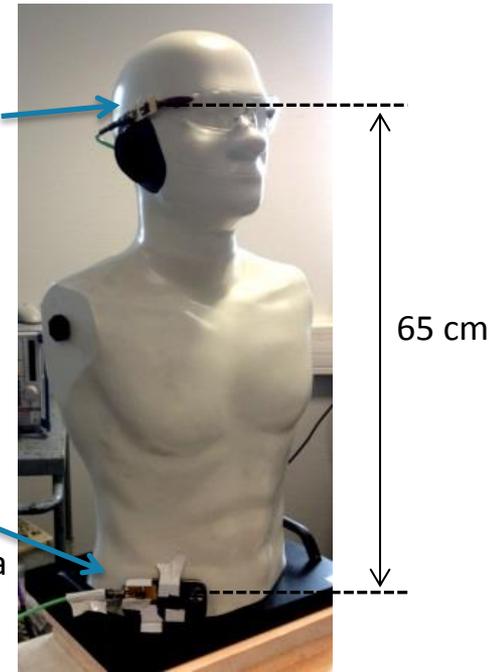


Antenne avec polarisation **parallèle** à la peau



Antenne sur la branche d'une lunette

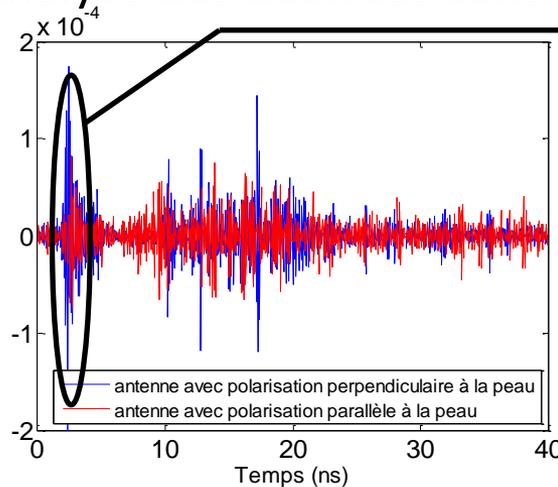
Antenne placée sur un terminal
Câble orienté suivant la normale à la polarisation principale



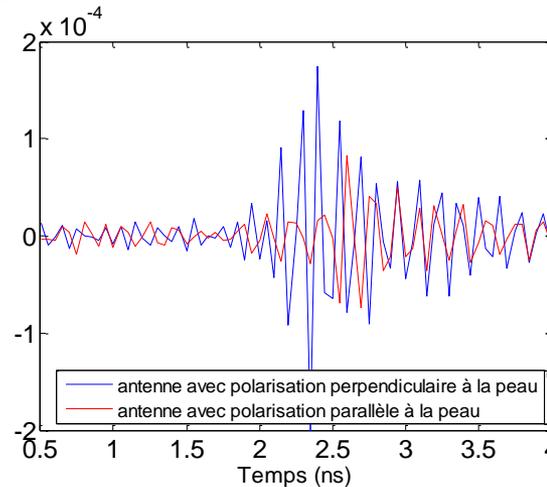
Environnement intérieur (laboratoire)

Propagation entre deux antennes présentes sur le fantôme

Analyse des deux cas considérés



Trajet direct + multi-trajets

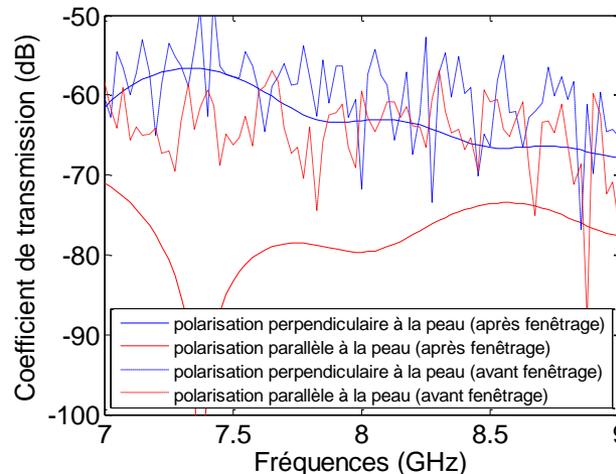


Zoom sur le trajet direct



- En moyenne, S_{21} est 10 dB supérieur avec une polarisation normale à la surface du corps.

⇒ Validation de l'hypothèse de départ (choix de polarisation)



FFT sur la contribution directe

Conclusions

- Une nouvelle antenne intégrée sur boîtier QFN64 est proposée avec :
 - Des dimensions restreintes ($11 \times 11 \times 4 \text{ mm}^3$, soit $\lambda_0/4 \times \lambda_0/4 \times \lambda_0/11$ à 7 GHz)
 - Un comportement large bande (7 – 9 GHz)
 - Une polarisation normale à la surface du corps et un rayonnement omnidirectionnel
- Validation expérimentale (impédance, rayonnement, réponse impulsionnelle)
- 10 dB en moyenne d'amélioration en disposant une antenne avec polarisation normale au corps humain

leti

LABORATOIRE D'ÉLECTRONIQUE
ET DE TECHNOLOGIES
DE L'INFORMATION

CEA-Leti
MINATEC Campus, 17 rue des Martyrs
38054 GRENOBLE Cedex 9
Tel. +33 4 38 78 36 25

www.leti.fr



Merci de votre attention

Ce travail a été financé par
l'ANR dans le cadre du projet
RUBY

