

# Intégration d'antennes multicouches en module SiP Bluetooth

M. Jeangeorges<sup>(1,2)</sup>, A. Chebihi<sup>(1)</sup>, R. Staraj<sup>(1)</sup>, C. Luxey<sup>(1)</sup>, P. Le Thuc<sup>(1)</sup>, C. El Hassani<sup>(2)</sup>, P. Ciaï<sup>(2)</sup>

(1) LEAT (Laboratoire d'Electronique, Antennes et Télécommunications), Université de Nice-Sophia-Antipolis, 06560 Valbonne

(2) INSIGHT SiP, 905 rue Albert Einstein, BP 60247, 06905 Sophia Antipolis Cedex

mickael.jeangeorges@unice.fr

## 1. Introduction :

De nos jours, deux solutions fréquemment utilisées pour intégrer une antenne dans une application consistent, en fonction de la place disponible, à imprimer l'élément rayonnant à la surface de son PCB (Printed-Circuit-Board) [1], ou à y rapporter un boîtier contenant une antenne miniature. Ces solutions ont souvent besoin d'une ligne de transmission et de composants d'adaptation, ce qui accentue les pertes, utilise de l'espace sur le PCB et nécessite une longue phase d'optimisation [2].

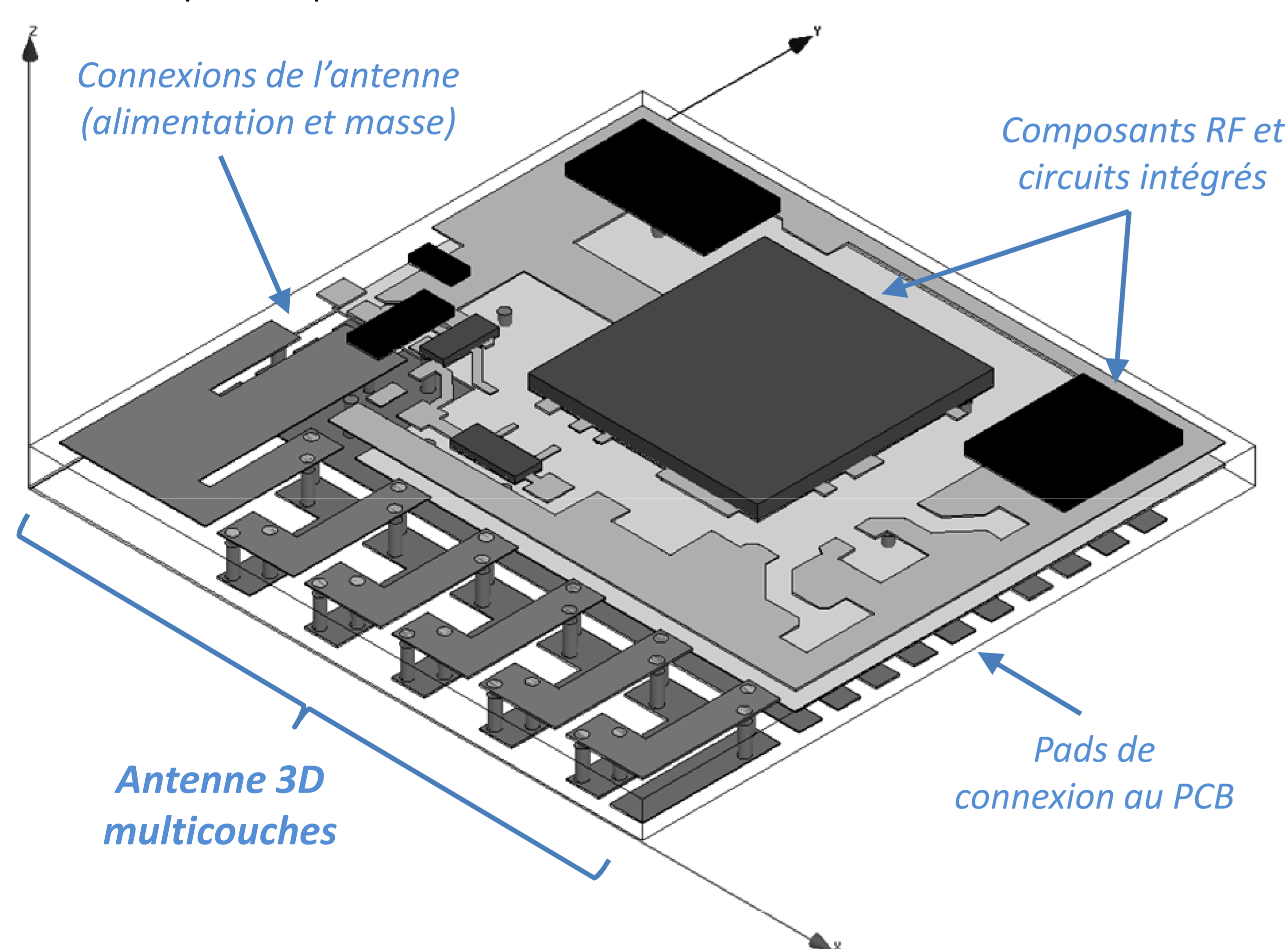
### Objectifs de ce projet :

- Intégrer une antenne à l'intérieur d'un boîtier SiP (System in Package) Bluetooth
- Utiliser le même substrat multicouches que les composants
- Connecter directement l'antenne aux composants RF
- Miniaturiser au maximum l'antenne pour laisser assez de place aux composants
- Utiliser les mêmes règles de design pour tout réaliser en une seule phase industrielle

## 2. Structure de l'antenne :

### Caractéristiques et contraintes :

- Module SiP Bluetooth (contient tous les circuits et composants RF nécessaires)
- Dimensions :  $8 \times 8 \times 1.4 \text{ mm}^3$
- Substrat LTCC (Low Temperature Co-fired Ceramic) (Permittivité=7.8  $\tan\delta=0.005$ )
- 7 couches exploitables
- Volume disponible pour l'antenne :  $2 \times 8 \times 0.5 \text{ mm}^3$



### Étapes de conception de l'antenne :

Point de départ : Antenne IFA ( $\lambda/4$ )

Repliement du bras rayonnant en méandres simples sur la même couche

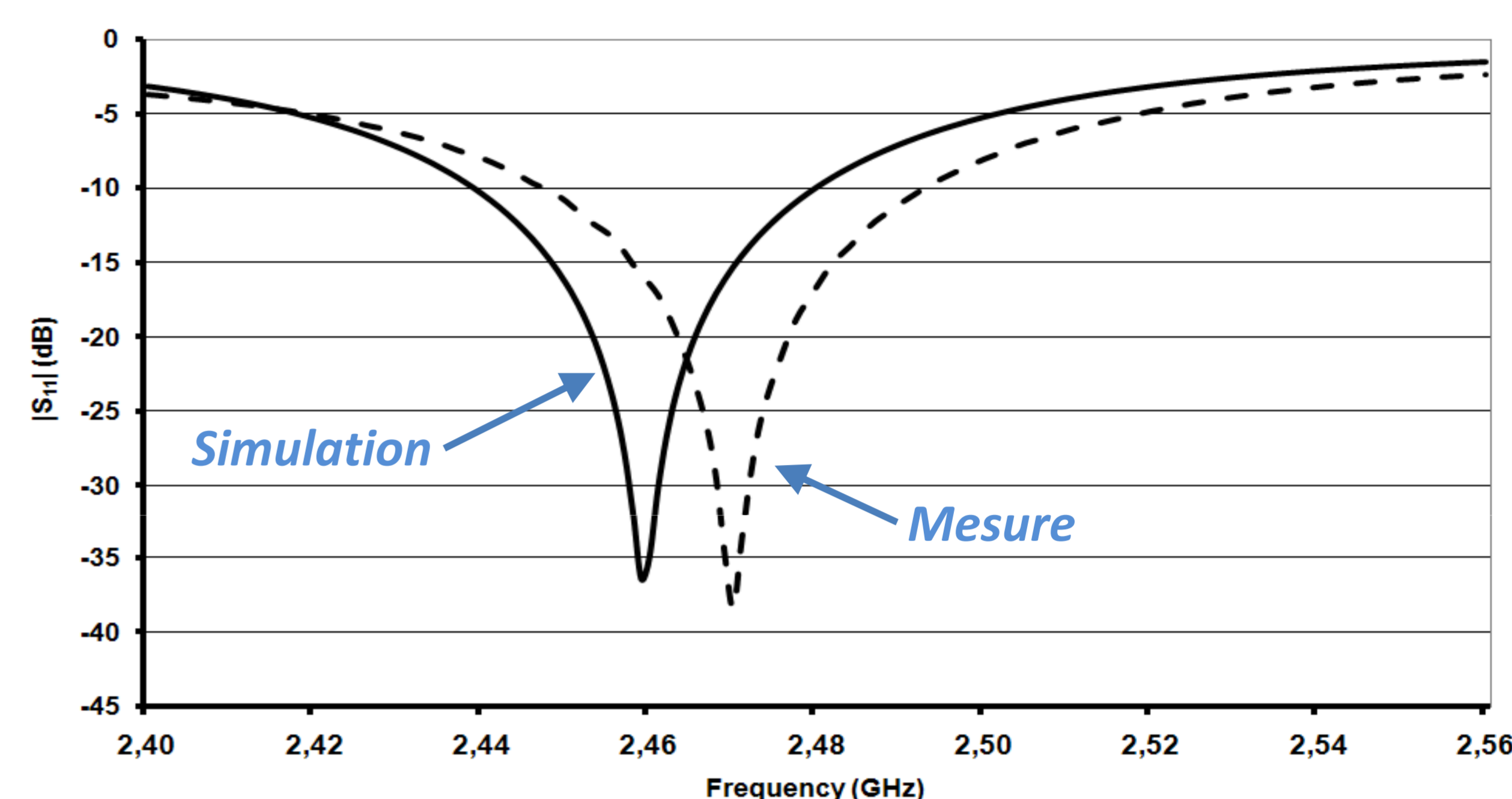
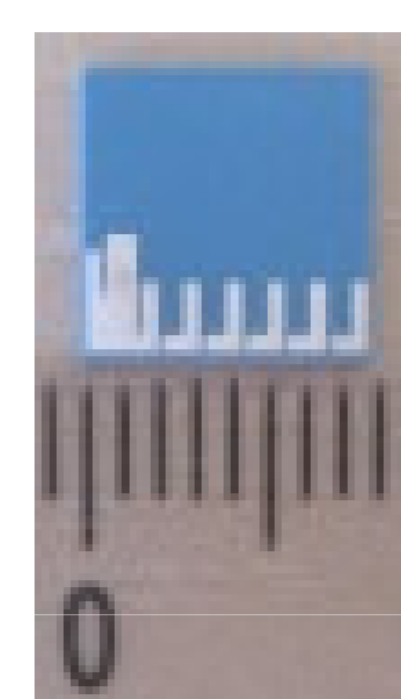
Repliement en méandres 3D (inspiré des antennes hélicoïdales) en exploitant plusieurs couches reliées entre elles par des vias

Encombrement final  $< \lambda/12$

Grâce à la permittivité élevée du LTCC et à la structure multicouches 3D utilisée, les dimensions de l'antenne initiale ont été fortement réduites. Avec un encombrement de  $1.8 \times 7.8 \times 0.5 \text{ mm}^3$ , elle s'intègre parfaitement dans le module Bluetooth et respecte les marges indispensables à la fabrication industrielle (antenne ↔ bord du module).

## 3. Optimisation et performances :

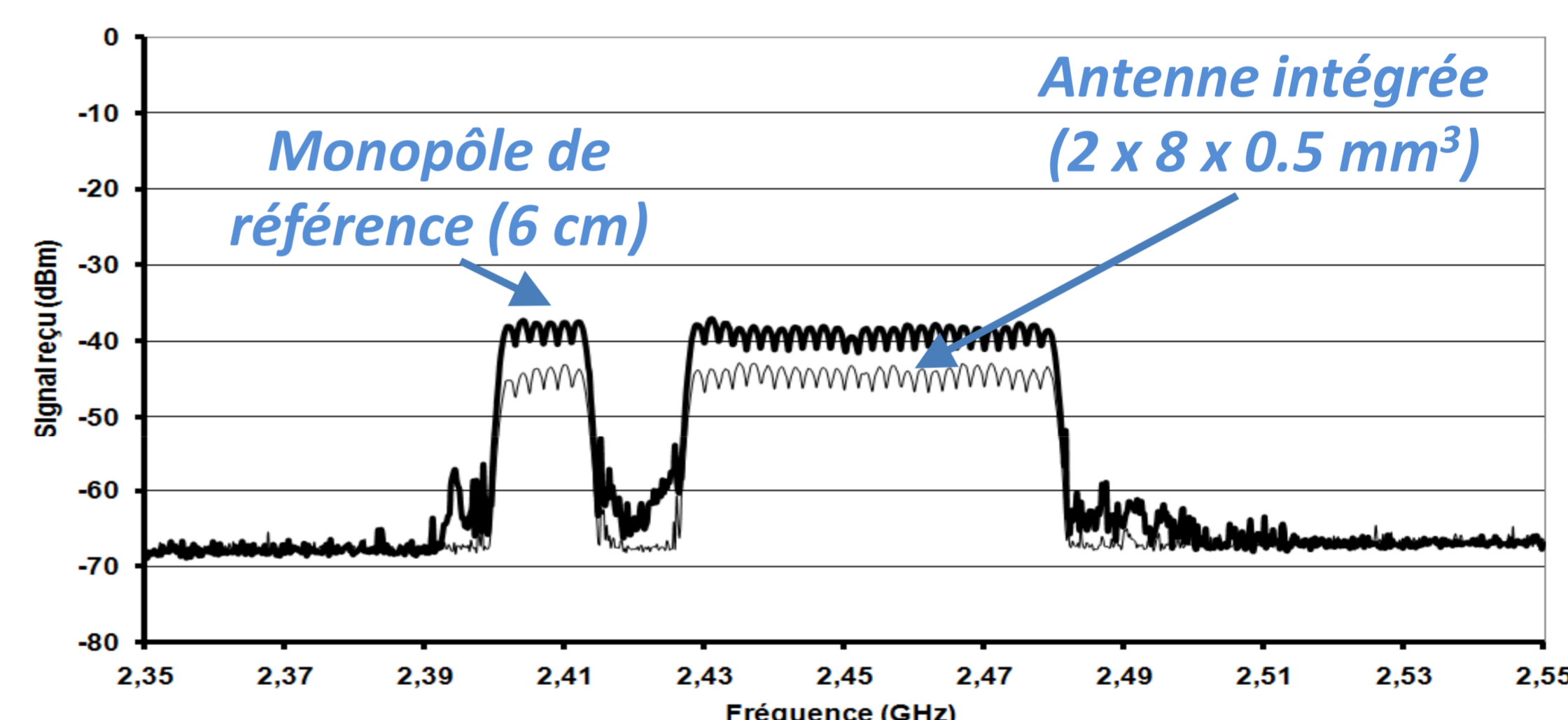
Plusieurs variantes de la structure rayonnante ont été optimisées sous Ansoft HFSS (largeur des pistes, nombre de couches utilisées, disposition des vias, méthodes de connexion de l'antenne) en prenant en compte le boîtier et les composants. Elles ont ensuite été fabriquées et testées sur un PCB de téléphone portable ( $40 \times 80 \text{ mm}^2$ ).



### Mesure et simulation du prototype :

- Bande passante à -6 dB : **3.4 % (83 MHz)** (simulation : 3.6 %)
- Fréquence centrale : **2.47 GHz** (simulation : 2.46 GHz)
- Efficacité rayonnée : **25 %** (simulation : 40 %)

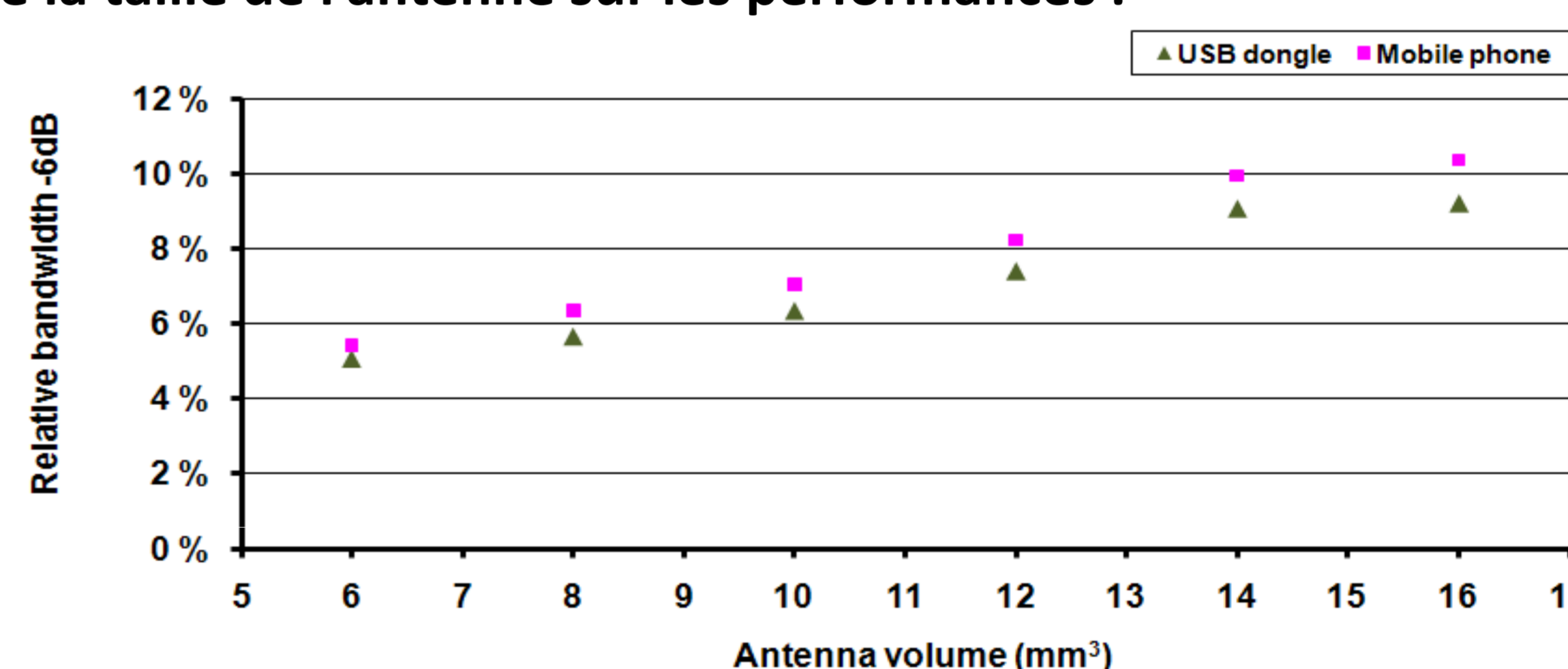
→ Les performances obtenues permettent d'envisager une bonne communication Bluetooth. Connectée à un analyseur de spectre, l'antenne reçoit un niveau de signal satisfaisant, proche d'une antenne monopôle de référence de 6 cm :



### Amélioration de la structure :

L'étude a été approfondie afin de faire fonctionner l'antenne intégrée sur un PCB plus petit, par exemple une clé USB. Grâce à quelques modifications géométriques, l'antenne a été améliorée [3]. Elle offre une bande passante suffisamment large pour absorber les décalages fréquentiels provoqués par les différentes tailles de PCB.

### Impact de la taille de l'antenne sur les performances :



## 4. Application sur d'autres substrats :

- Module SiP 2.45 GHz
- Dimensions :  $12 \times 8 \text{ mm}^2$
- Substrat FR4 (Permittivité=3.9  $\tan\delta=0.02$ )
- Dimensions de l'antenne :  $6 \times 8 \text{ mm}^2$



### Mesure et simulation du prototype :

- Bande passante à -6 dB : **10 % (240 MHz)** (simulation : 11 %)
- Fréquence centrale : **2.42 GHz** (simulation : 2.35 GHz)
- Efficacité rayonnée : **60 %** (simulation : 60 %)

## 5. Conclusion :

- Antenne intégrée en module SiP avec succès
- Tire parti des propriétés multicouches des substrats SiP
- Peut s'appliquer à la plupart des substrats SiP actuels (LTCC, FR4 laminé)
- Fonctionne sur des tailles variées de plans de masse (de la clé USB au tél. portable)
- Réduit considérablement les délais de conception, fabrication et assemblage (coûts)

[1] J.I. Moon, S.O. Park, "Small chip dielectric antenna for bluetooth application", Microwave and Optical Technology Letters, vol. 39, pp 366-368, Dec. 2003.

[2] J.U. Ha, K. Chang, Y.J. Yoon, "An integrated packaging antenna-diplexer module for cellular/SDMB bands with LTCC technology", Microwave and Optical Technology Letters, vol. 51, pp. 1039-1043, Apr. 2009.

[3] M. Jeangeorges, C. El Hassani, R. Staraj, C. Luxey, P. Le Thuc, "Efficient integrated miniature antenna structure for multi-GHz wireless applications", European Patent Application 09305581.2.