

Antennes " méta-matériaux " pour la traçabilité par RFID

*R. Siragusa, P. Lemaître-Auger, L. Guilloton,
T.P. Vuong, S. Tedjini*

*LCIS
Grenoble INP - ESISAR,
50 rue B. de Laffemas, 26000 Valence - France*

Plan de la présentation

- Introduction
 - Bref historique des méta-matériaux
 - Les méta-matériaux
- La structure « Split Ring Resonator »
- Les antennes méta-matériaux
- Structure étudiées
 - La technologie RFID
 - Structure proposée
 - Résultats de Simulation et mesures
- Conclusions et perspectives

Introduction

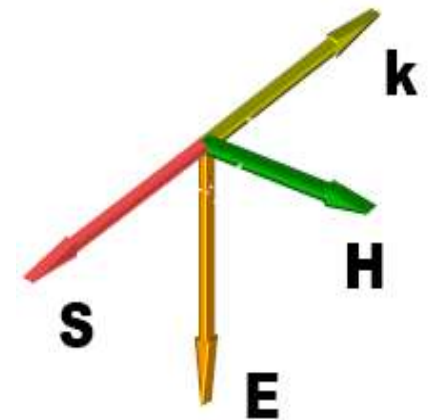
Bref historique des méta-matériaux

- 1968 : Veselago introduit la théorie de matériaux doublement négatifs
- 1999: Pendry montre qu'il est possible d'obtenir des $\mu < 0$ avec des structure « Split Ring Resonator » (SRR)
- 2000: Smith montre théoriquement la faisabilité d'un MMG
- 2001: Validation expérimentale de la réfraction négative par Smith
- 2002: Concept de lentille parfaite de Pendry
- 2005: Approche ligne de transmission par Caloz et Itoh
- 2006: Application MMG: antenne, coupleur, ...

Introduction

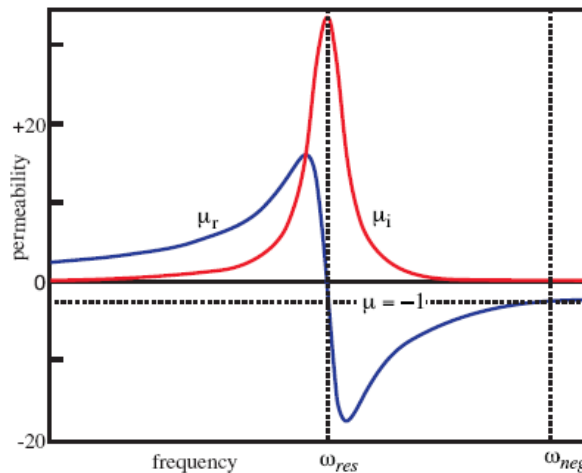
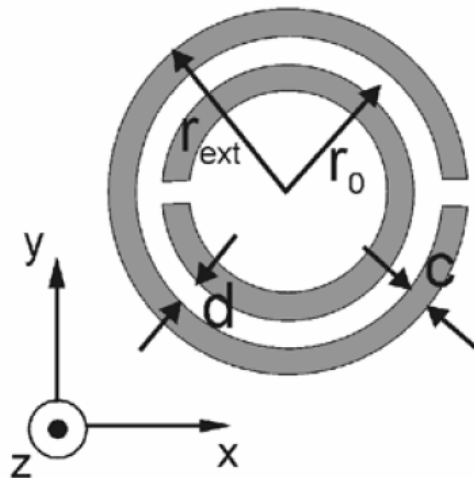
Les méta-matériaux

- Matériaux artificiels homogènes possédant des caractéristiques électromagnétiques inhabituelles :
 - $\epsilon < 0$ et $\mu < 0$
 - Vitesse de groupe et de phase opposée
 - Inversion de la loi de Snell-Descartes
 - ...
- Présentation d'une antenne RFID basée sur une structure méta-matériaux



La structure Split Ring Resonator (SRR)

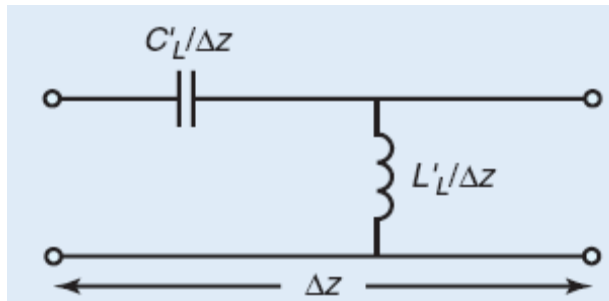
- Structure introduite par Pendry en 1999:
 - Perméabilité magnétique négative sur certaines bandes de fréquence
 - Fréquence de résonance dépendant de la géométrie



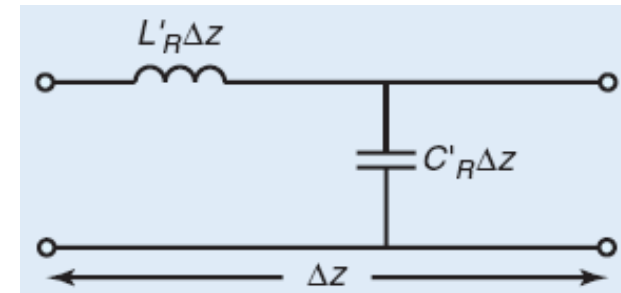
$$\mu_{\text{eff}}(\omega) = 1 - \frac{F \omega_0^2}{\omega^2 - \omega_0^2 - i \omega \Gamma},$$

Les antennes méta-matériaux

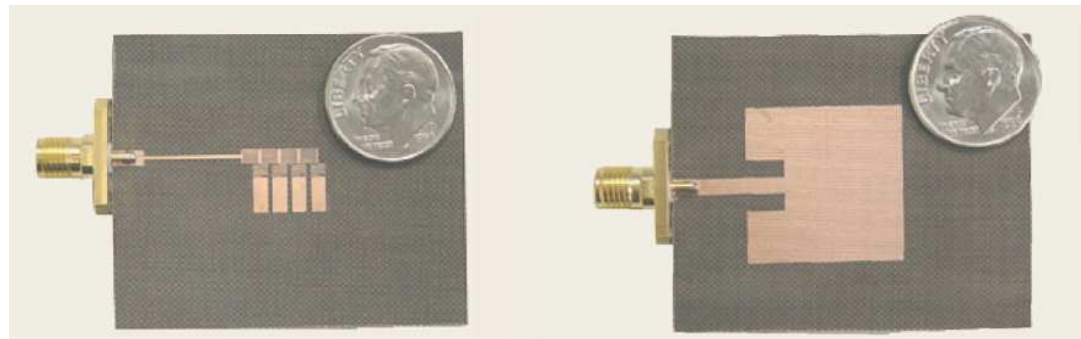
1. Approche ligne de transmission



Cellule main gauche



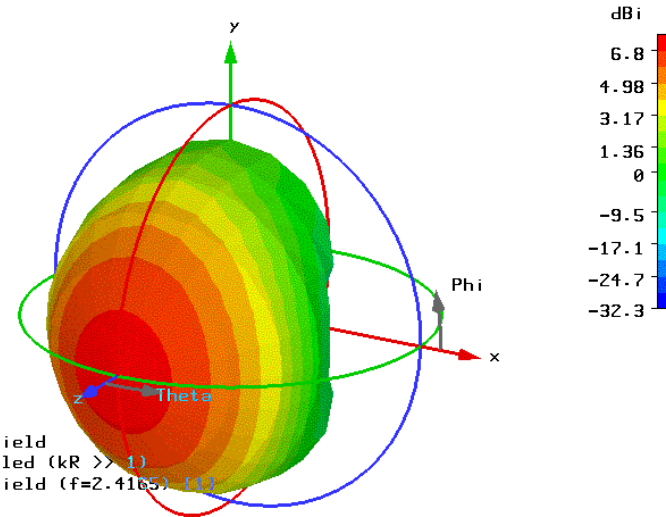
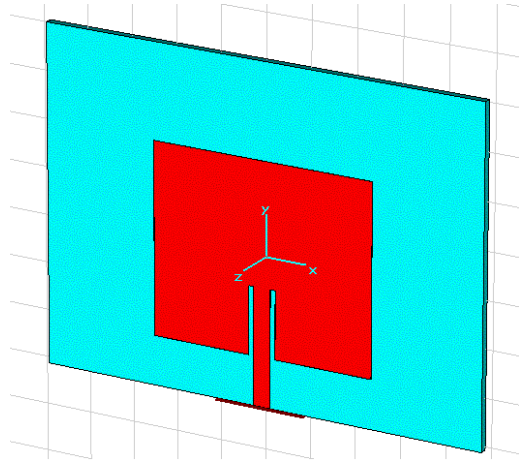
Cellule main droite



Antenne méta-matériaux et antenne patch à 4.9 GHz

A. Sanada, M. Kimura, I. Awai, H. Kubo, C. Caloz, T. Itoh, « A planar zeroth order resonator antenna using LH transmission line », European Microwave Conf., Amsterdam, 2004

Les antennes méta-matériaux



Type = Farfield
 Approximation = enabled ($kR \gg 1$)
 Monitor = farfield (f=2.4165) [1]
 Component = Abs
 Output = Directivity
 Frequency = 2.4165
 Rad. effic. = 0.9291
 Tot. effic. = 0.9266
 Dir. = 7.703 dBi

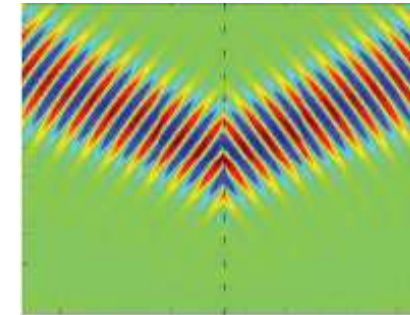
Rayon du via de RPA (mm)	f (GHz)	S_{11} (dB)	D (dBi)	G (dB)	e_r (%)	e_t (%)
0	2.4159	-26.18	7.702	7.381	92.88	92.65
1.5	1.1466	-2.37	3.822	1.854	63.55	26.79
1.0	1.0566	-2	2.874	0.526	58.24	21.49

D. Bechevet, "Contribution au développement de Tags RFID, en UHF et Microondes, sur matériaux plastiques", thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 9 Septembre 2005, Valence, France.

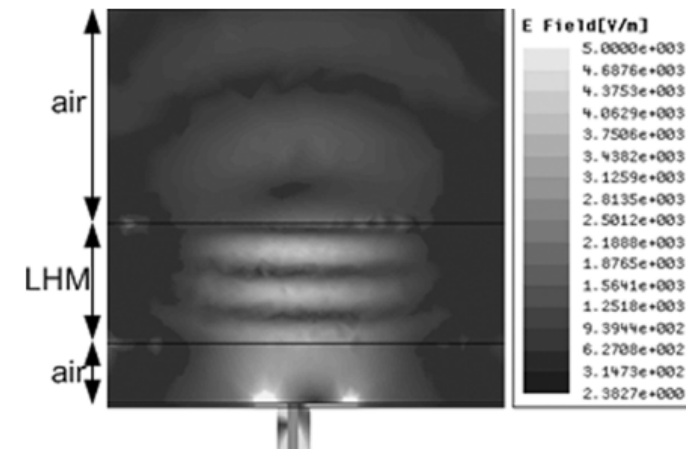
Les antennes méta-matériaux

2. Amélioration de la directivité

Utilisation de la réfraction négative : lentille parfaite



Amélioration théorique du gain de 3 dB



S. N. Burokur, M. Latrach, S. Toutain, « Theoretical Investigation of a Circular Patch Antenna in the Presence of a LH medium », IEEE Ant. & Wireless Propagation Letters, Vol.4, 2005

La technologie RFID

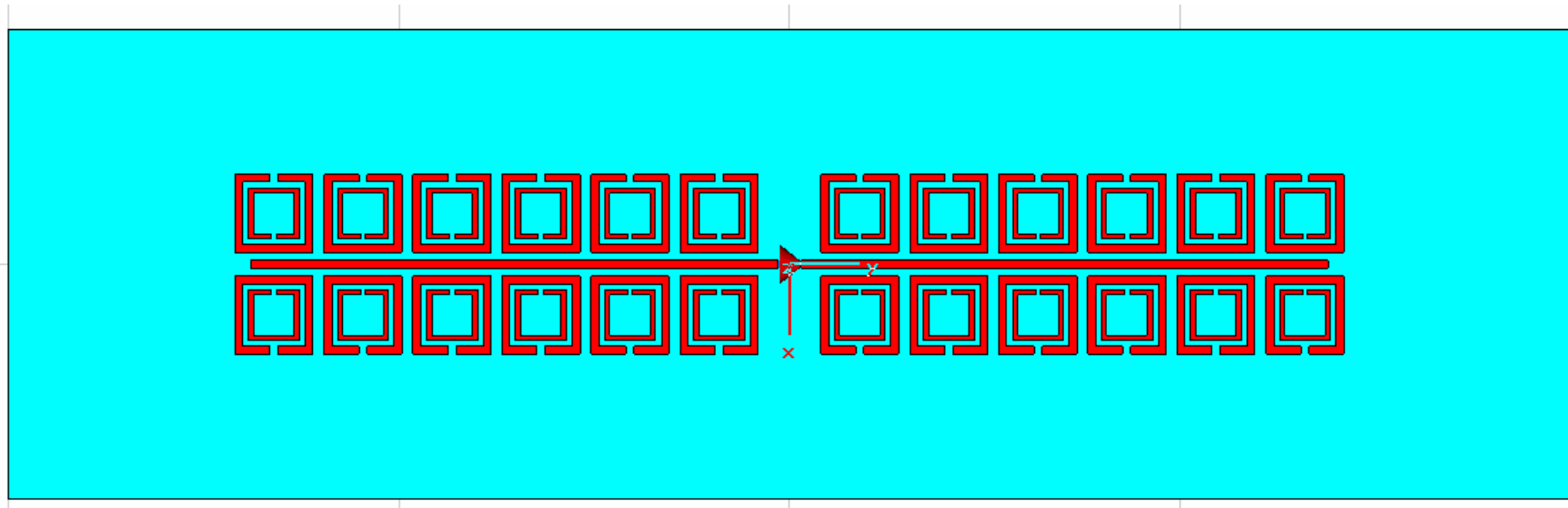
- Technologie d'identification par radiofréquence
 - Communication sans fil basée sur la modulation de charge entre une station de base et une étiquette
- Contraintes:
 - Directivité des antennes
 - Puissance rayonnée limitée
 - Taille des étiquettes réduites



Miniaturisation des antennes RFID fonctionnant sur la bande UHF

Structure Proposée

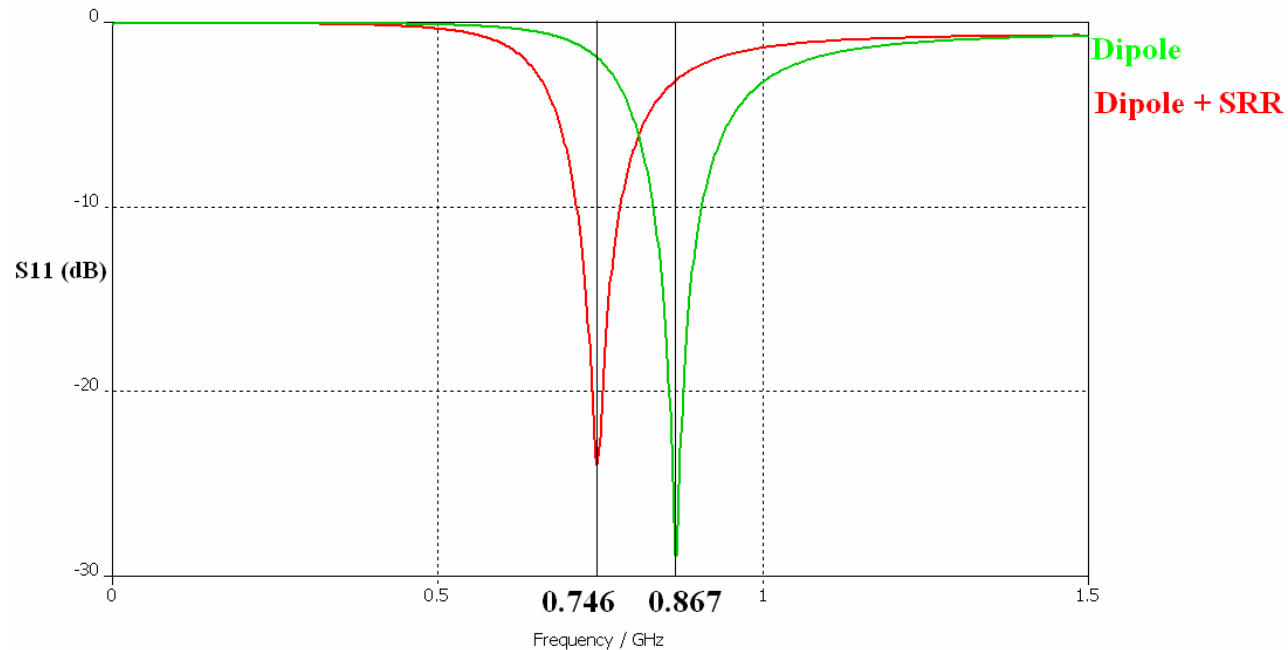
- Association d'un dipôle et de SRR



Structure Proposée: résultats de simulation

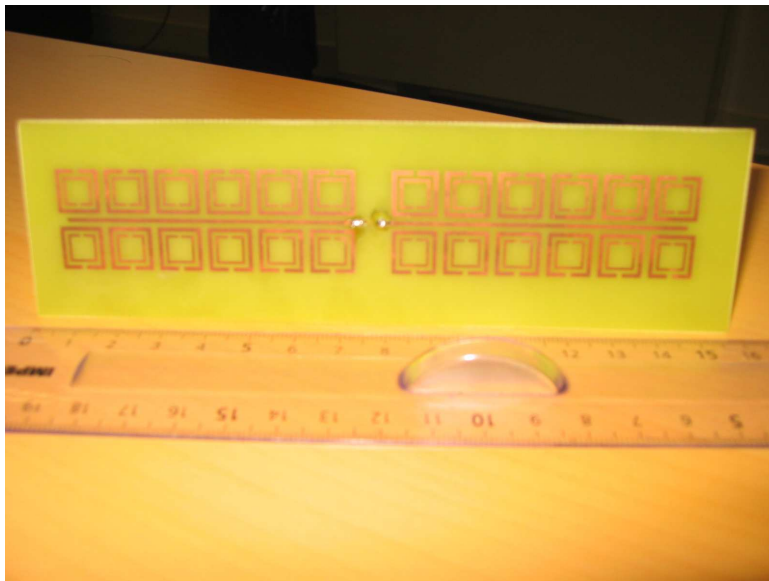
- Dipôle seul : 867 MHz
- Antenne méta-matériaux : 746 MHz

➔ **Diminution de 15 %**

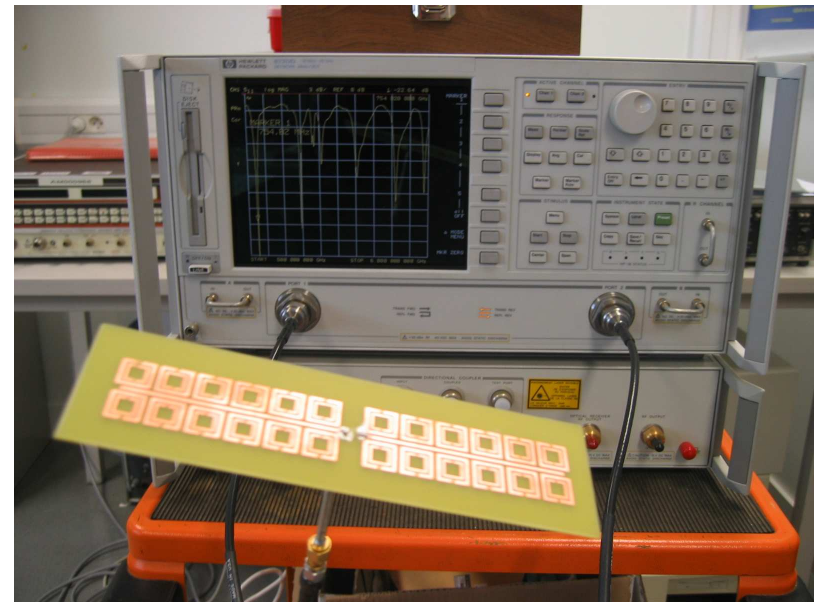


Structure Proposée: mesures

Antenne méta-matériaux

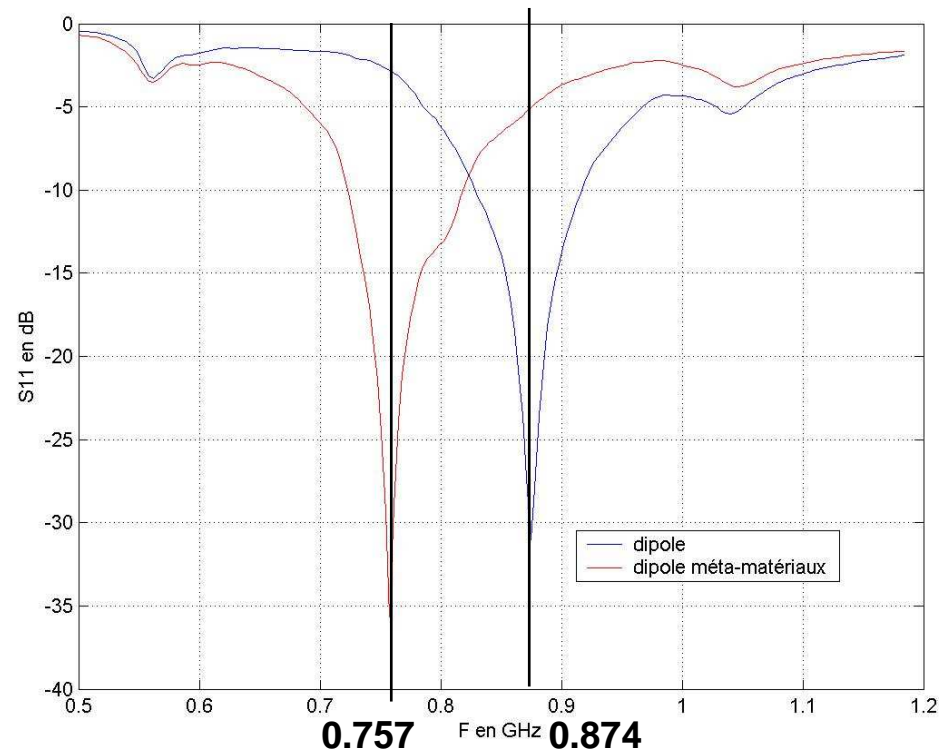


Banc de mesures



Structure Proposée: mesures

- Dipôle seul : 874 MHz
- Antenne méta-matériaux : 757 MHz



Conclusions et perspectives

- Conclusions :
 - Simulations et mesures expérimentales concordantes (à 1% près)
 - Diminution de la longueur de l'antenne de 15 %
- Perspectives :
 - Ajustement des paramètres
 - Repliement du dipôle : diminution de 50%

