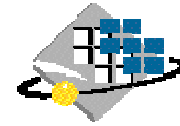


Nanophotonique et Electronique Ultra Rapide  
Institut d'Electronique Fondamentale



Université Paris Sud XI Orsay

# Métamatériaux à phase électroniquement variable pour antenne reconfigurable

A. OURIR, S. N. BUROKUR, A. de LUSTRAC et J.-M. LOURTIOZ

IEF, Univ. Paris-Sud, UMR 8622

CNRS, Orsay

# Plan de l'exposé

---

Introduction

I. Métamatériaux planaires

II. Antennes à cavités directives ultra-compactes à base de métamatériaux

III. Cavités à dépointage passif

IV. Cavités reconfigurables en fréquence

Conclusions & perspectives



# Antennes à cavités type Fabry-Pérot

## ■ Principe de fonctionnement

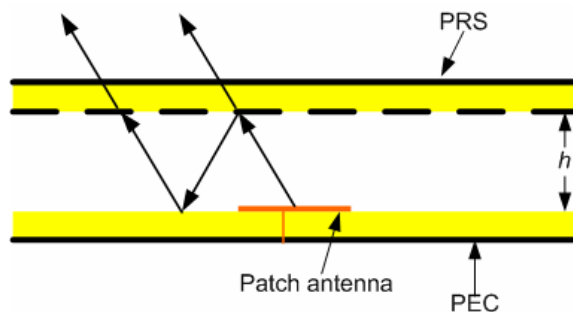
- ◆ Maximum de puissance dans une direction d'angle  $\theta$  :

$$(\phi_{\text{SPR}} + \phi_r) - 2h \frac{2\pi}{\lambda} \cos(\theta) = 2N\pi$$

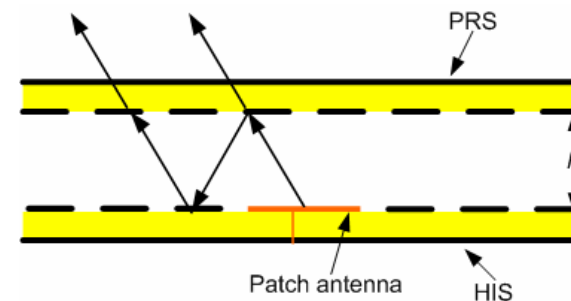
- ◆ La hauteur de résonance pour un maximum de puissance dans la direction normale ( $\theta = 0^\circ$ ) :

$$h = \frac{\lambda}{4\pi} (\phi_{\text{SPR}} + \phi_r) \pm N \frac{\lambda}{2}$$

➡ Il faut minimiser  $(\phi_{\text{SPR}} + \phi_r)$  pour réduire  $h$ .



Cavité PEC-PRS

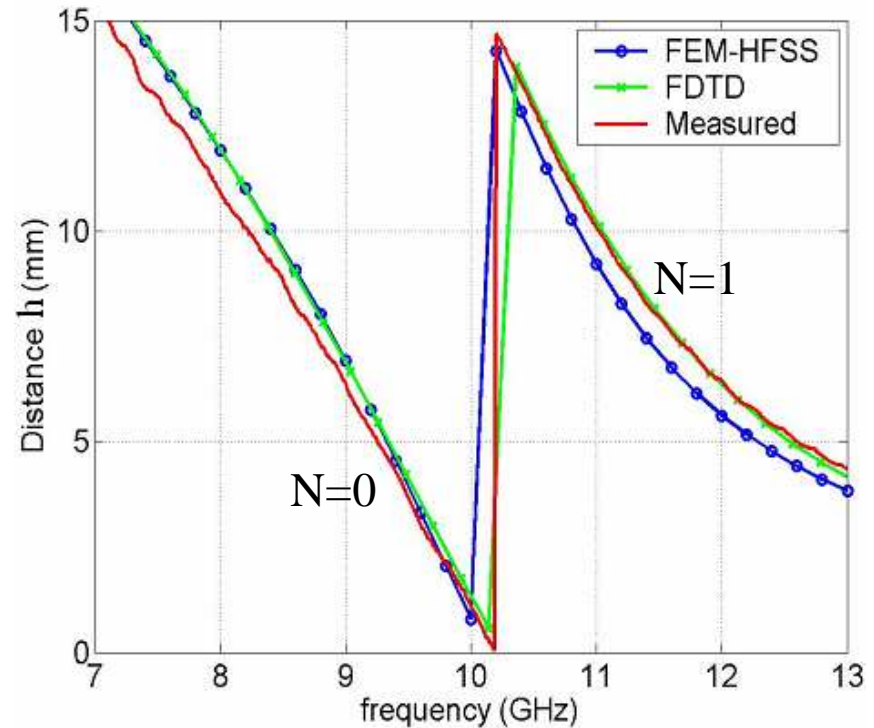
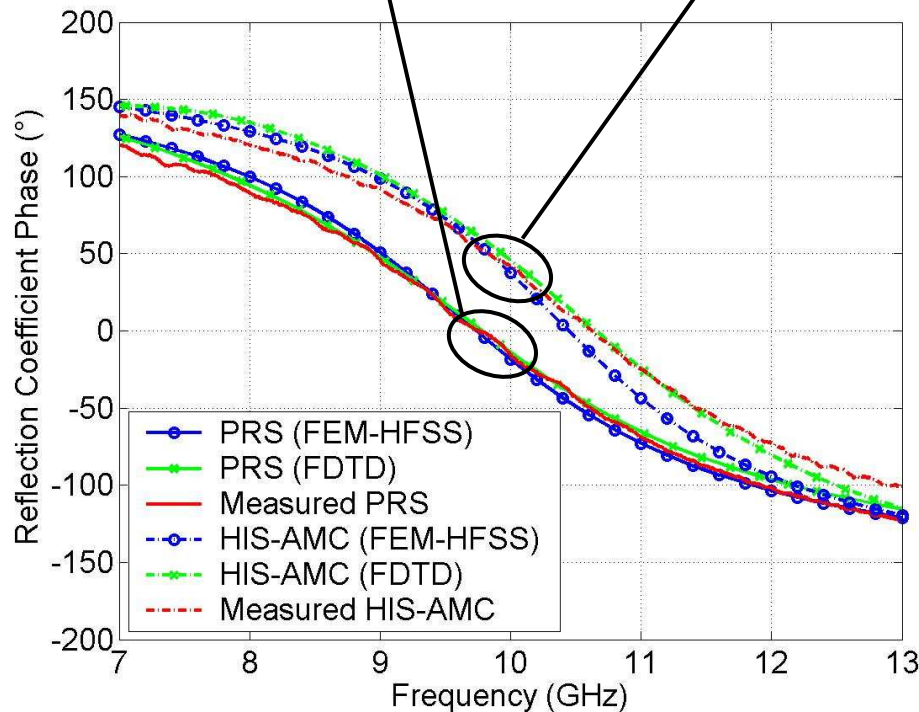
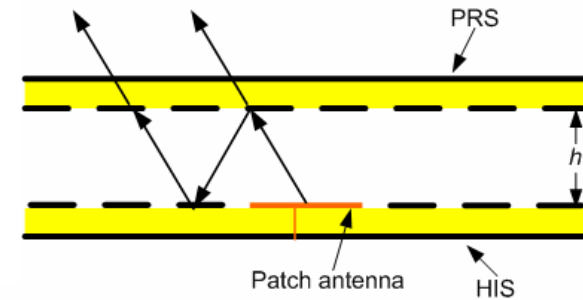
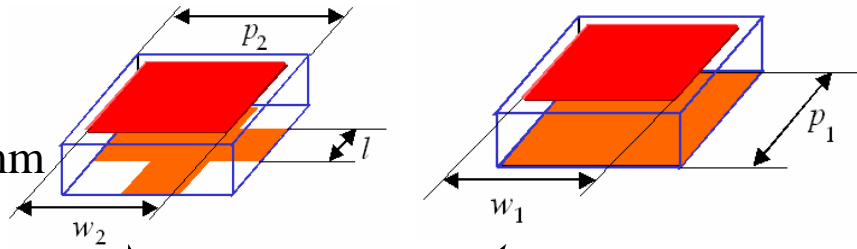


Cavité HIS-PRS



# Prédiction des modes de résonance par le modèle optique

$w_1 = 3,8 \text{ mm}$   
 $w_2 = 3,6 \text{ mm}$   
 $p_1 = p_2 = 4 \text{ mm}$   
 $l = 1,2 \text{ mm}$

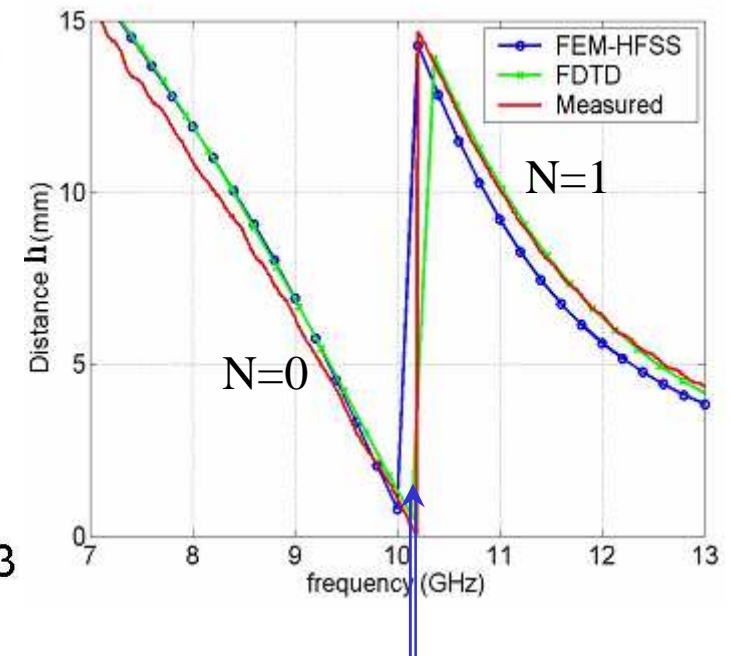
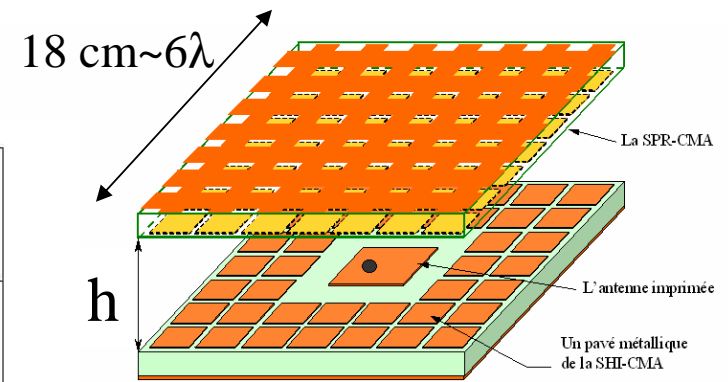
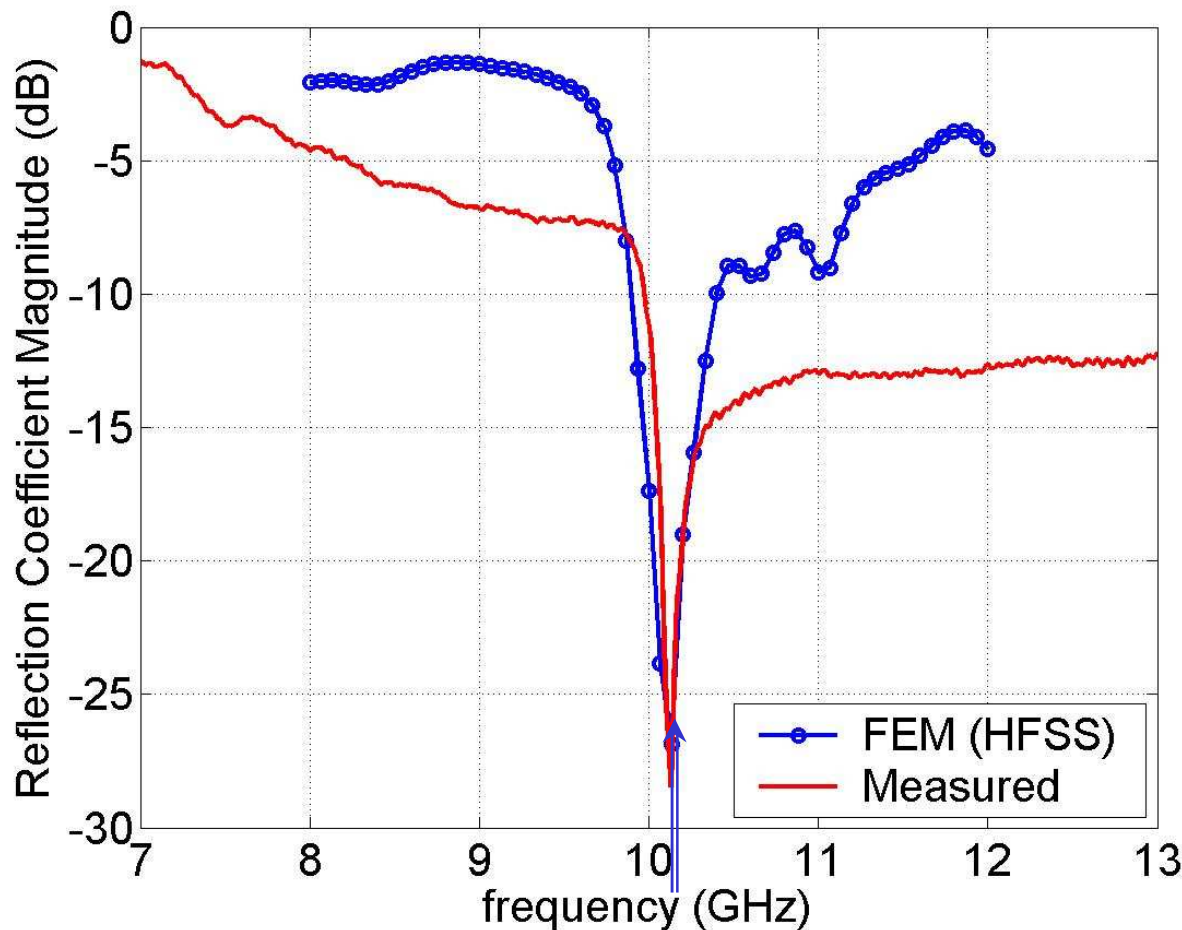


$$h = \frac{\lambda}{4\pi} (\phi_{SPR} + \phi_r) \pm N \frac{\lambda}{2}$$



# Cavité à base de deux métamatériaux

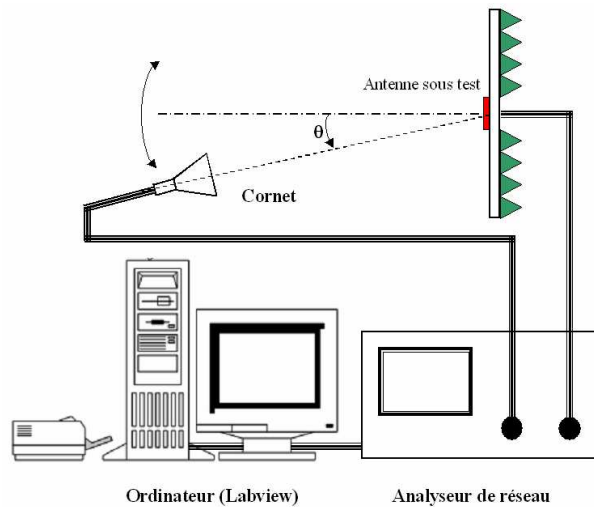
## ■ Cavité HIS-PRS d'épaisseur $h = 0,5$ mm



➡ Résonance de la cavité pour une épaisseur  $h \approx \lambda/60$

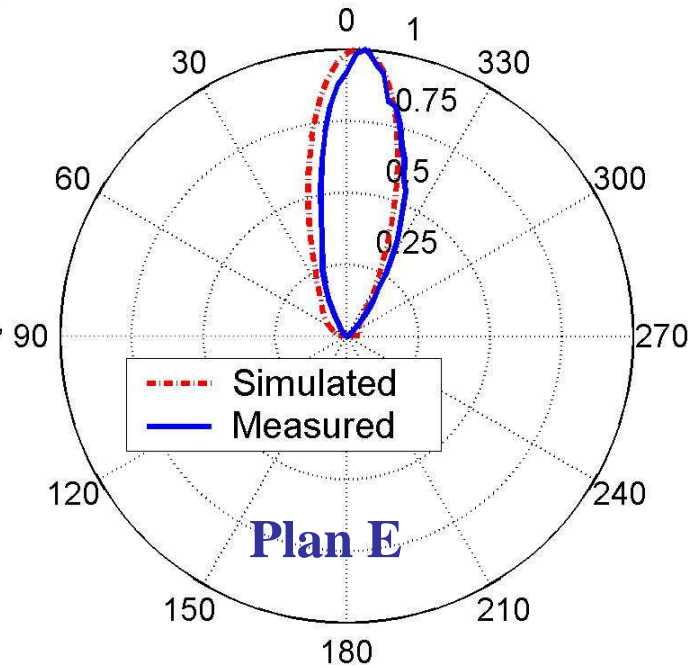
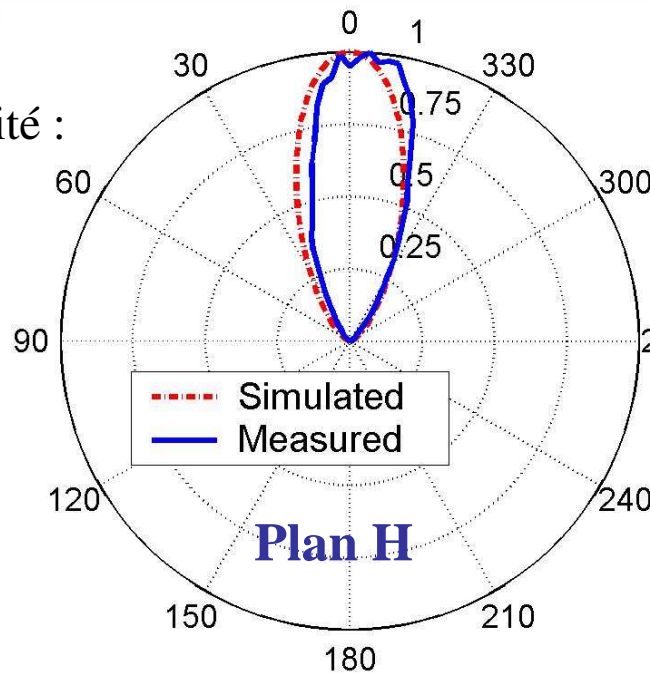


## ■ Diagrammes de rayonnement



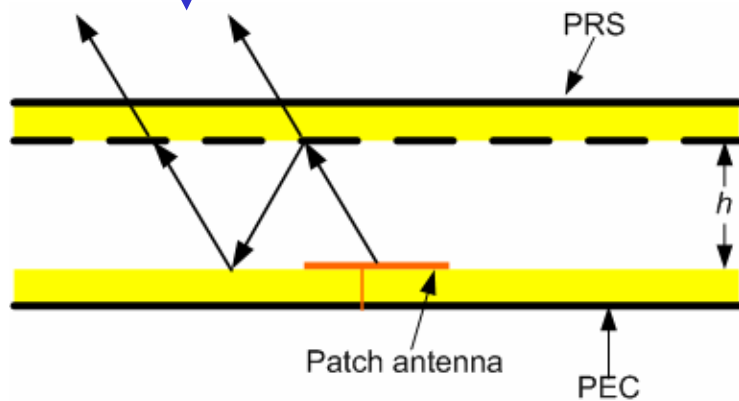
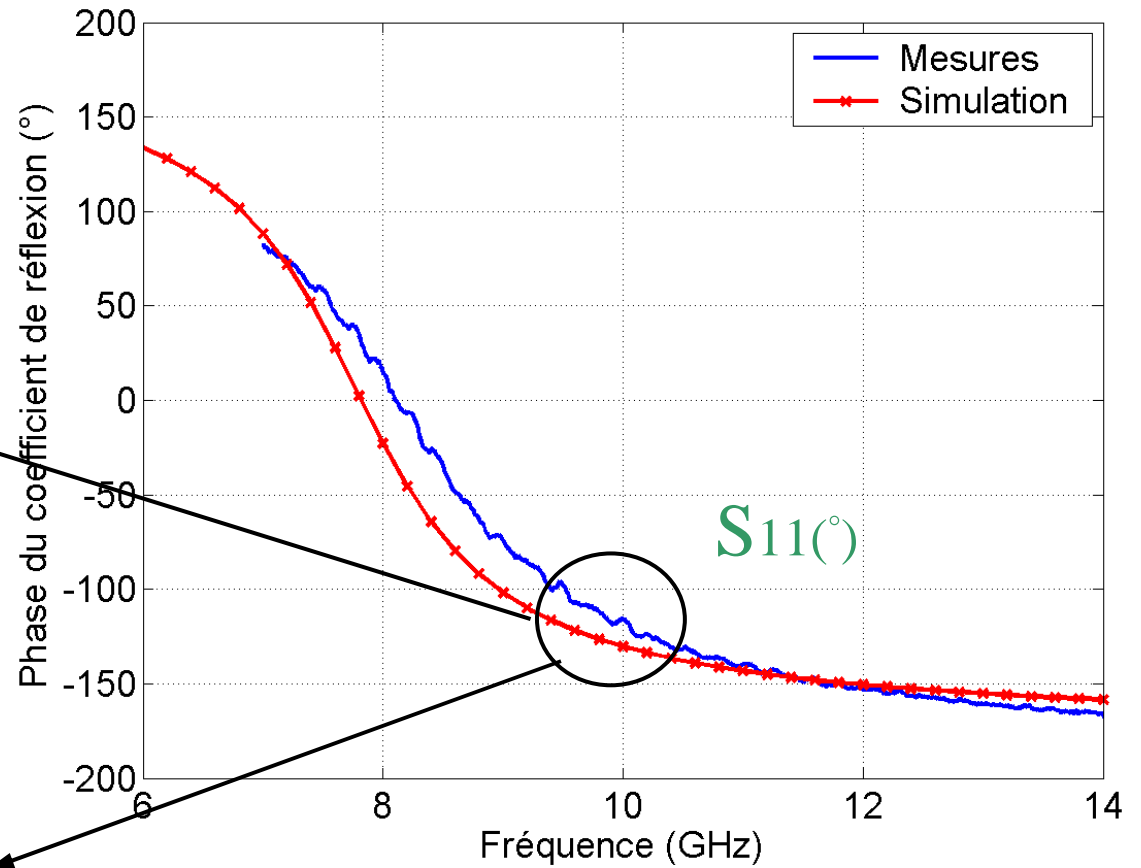
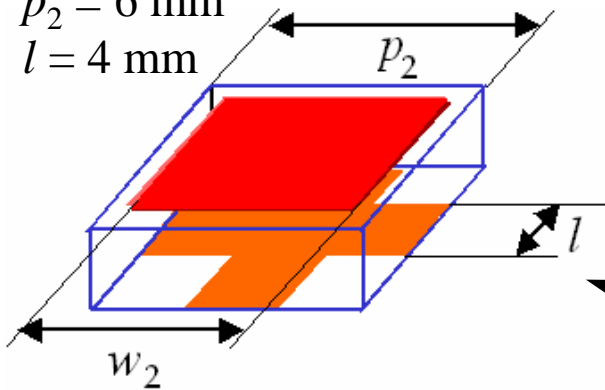
Directivité de la cavité :

$$D = \frac{4\pi}{\Delta\theta_1 \Delta\theta_2} = 78$$

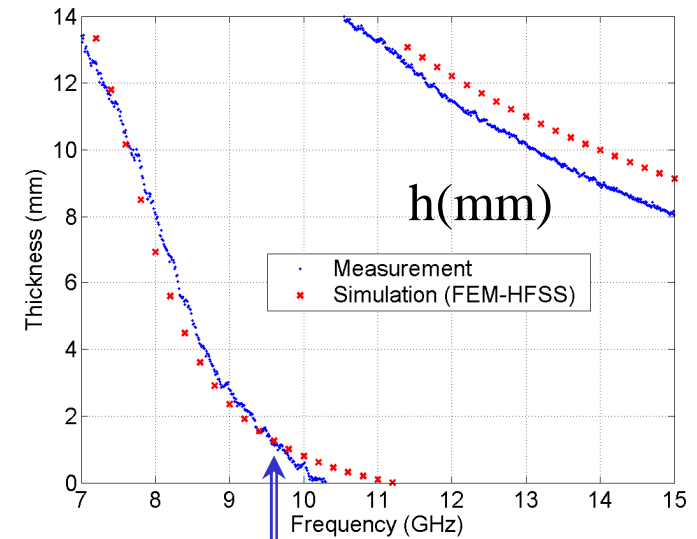
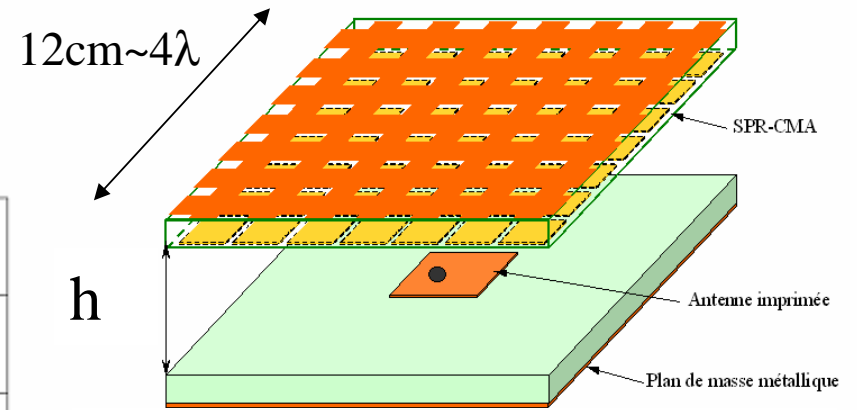
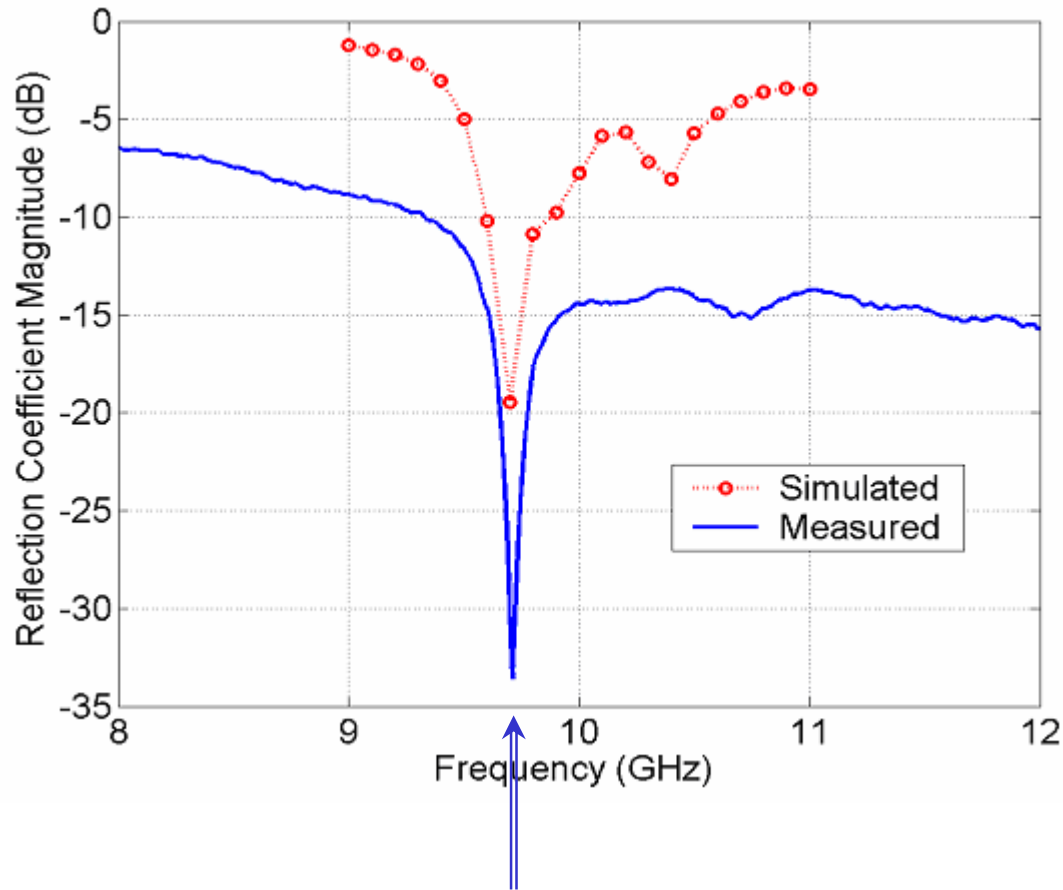


# Cavité à base d'un seul métamatériau

$w_2 = 5,6 \text{ mm}$   
 $p_2 = 6 \text{ mm}$   
 $l = 4 \text{ mm}$



## ■ Cavité d'épaisseur $h = 1$ mm



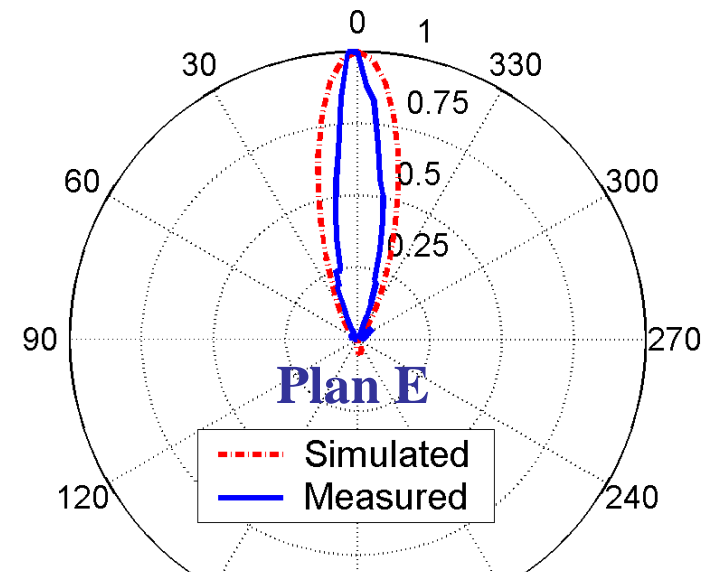
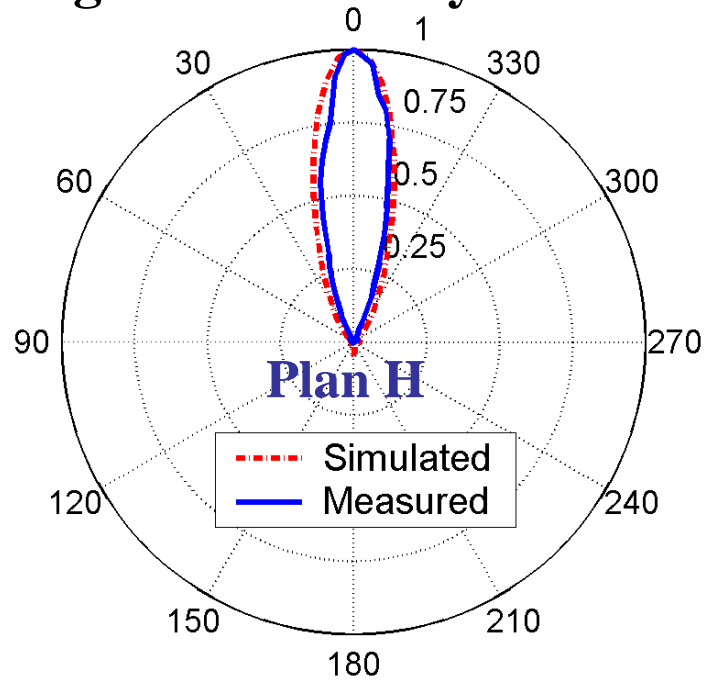
$$h = \frac{\lambda}{4\pi} (\phi_{SPR} + \phi_r) \pm N \frac{\lambda}{2}$$

➡ Résonance de la cavité pour une épaisseur  $h \approx \lambda/30$



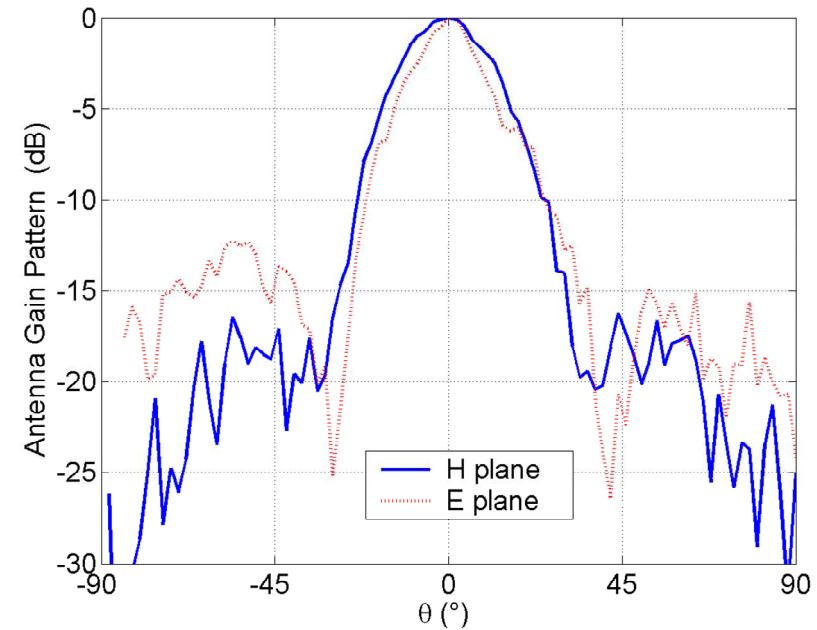


## ■ Diagrammes de rayonnement



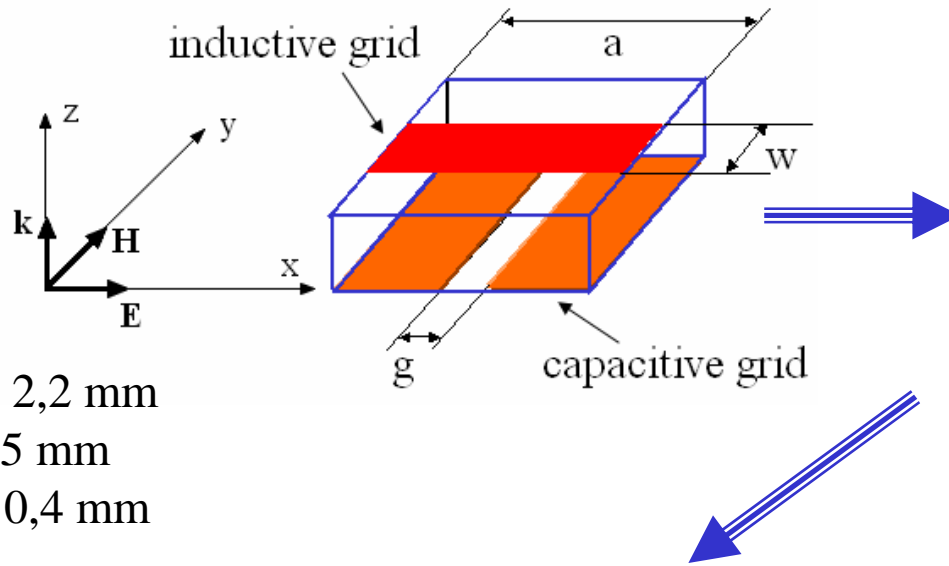
Directivité de la cavité :

$$D = \frac{4\pi}{\Delta\theta_1 \Delta\theta_2} = 162$$

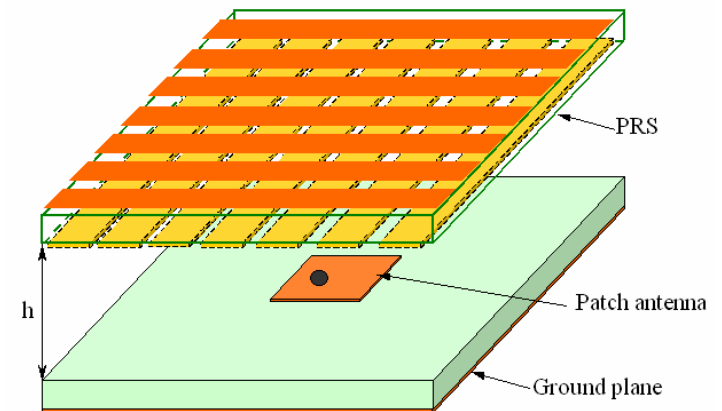
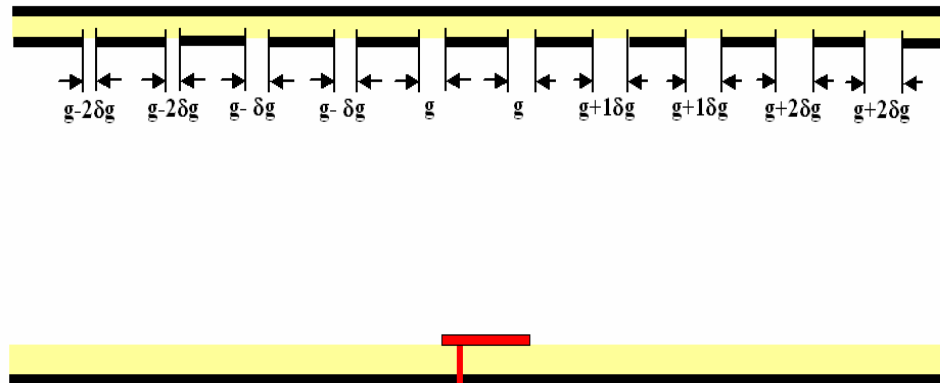
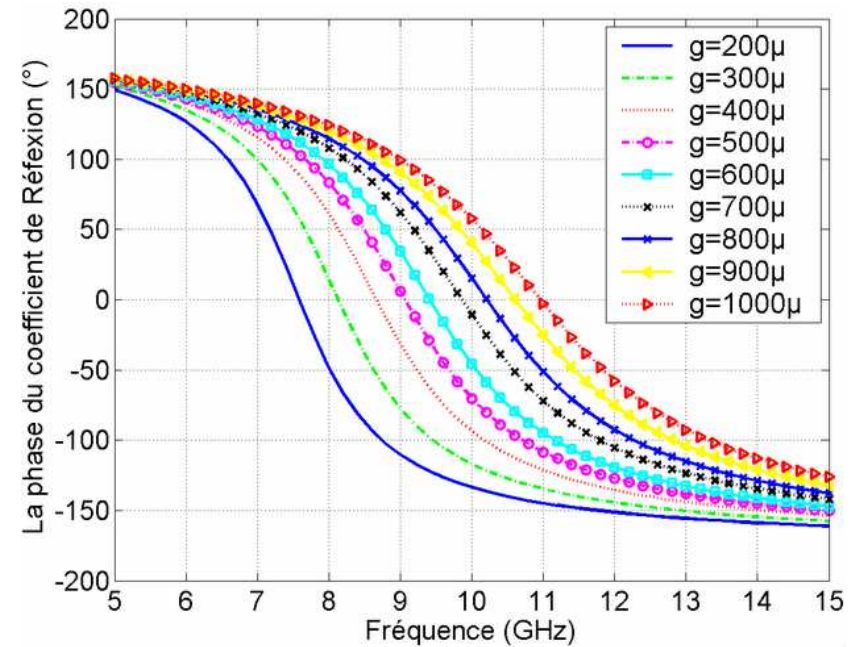


# Cavité à base d'un métamatériau à variation de phase locale

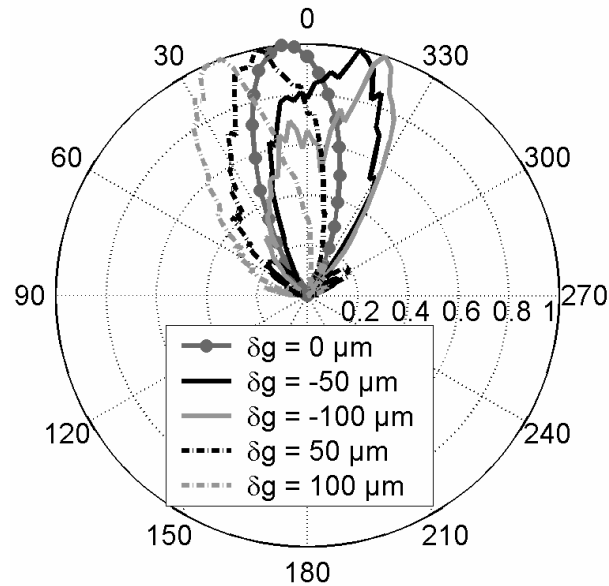
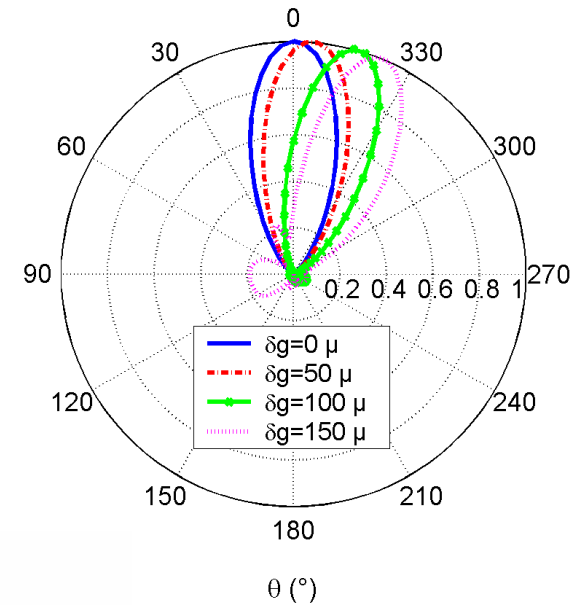
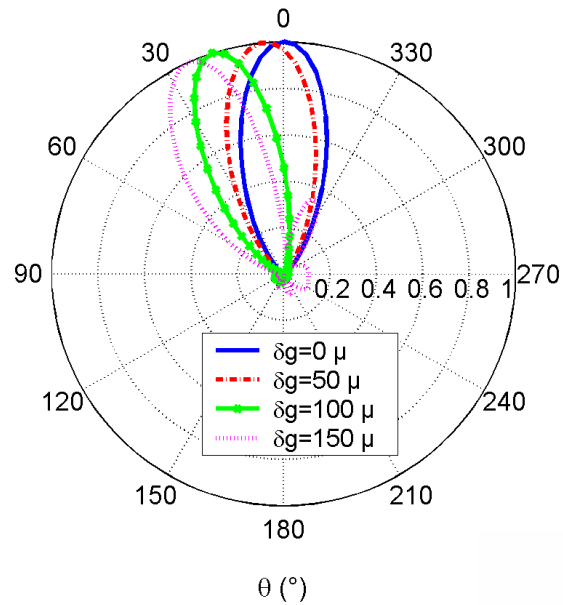
## ■ Conception de la SPR



$w = 2,2 \text{ mm}$   
 $a = 5 \text{ mm}$   
 $g = 0,4 \text{ mm}$

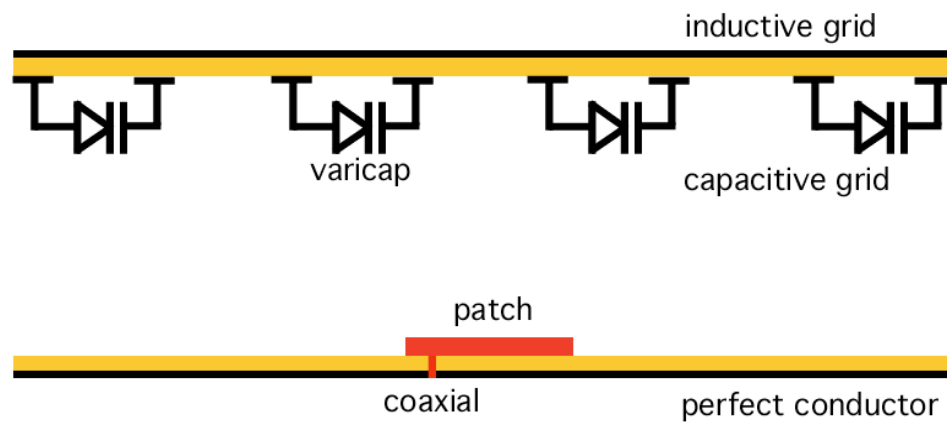


## ■ Contrôle directionnel du rayonnement par variation de la capacité équivalente

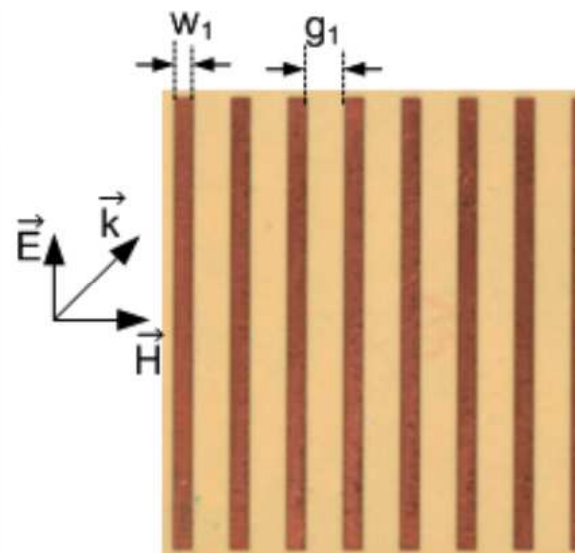
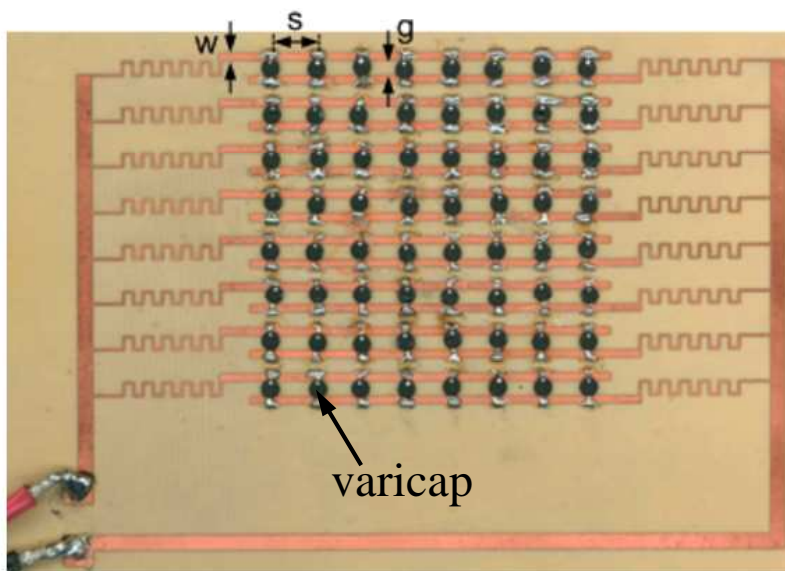


# Cavité à base d'un métamatériau à phase électroniquement variable

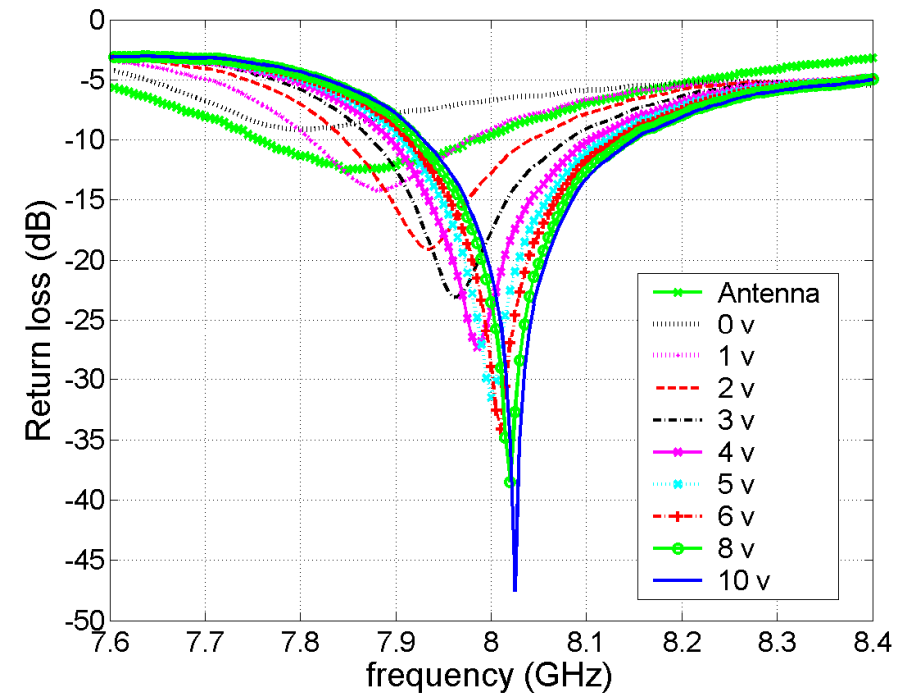
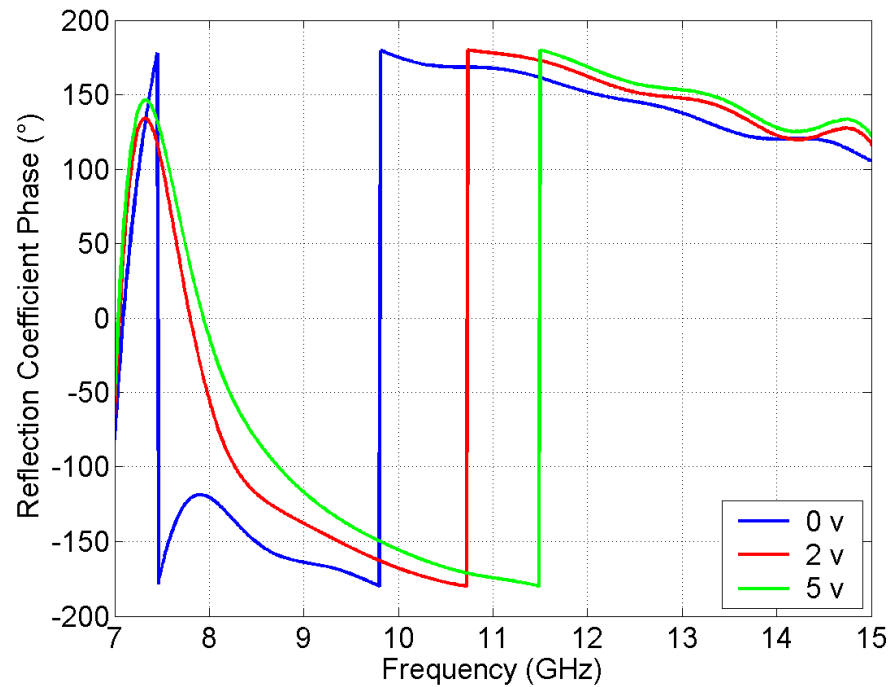
## ■ Conception de la SPR

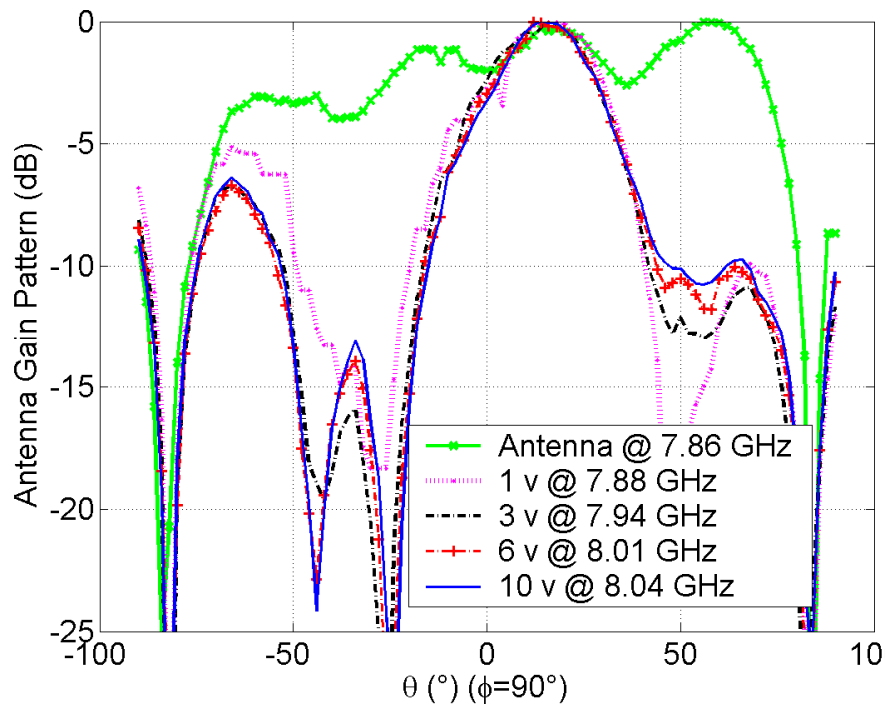


$w = 1 \text{ mm}$   
 $s = 6 \text{ mm}$   
 $g = 2 \text{ mm}$

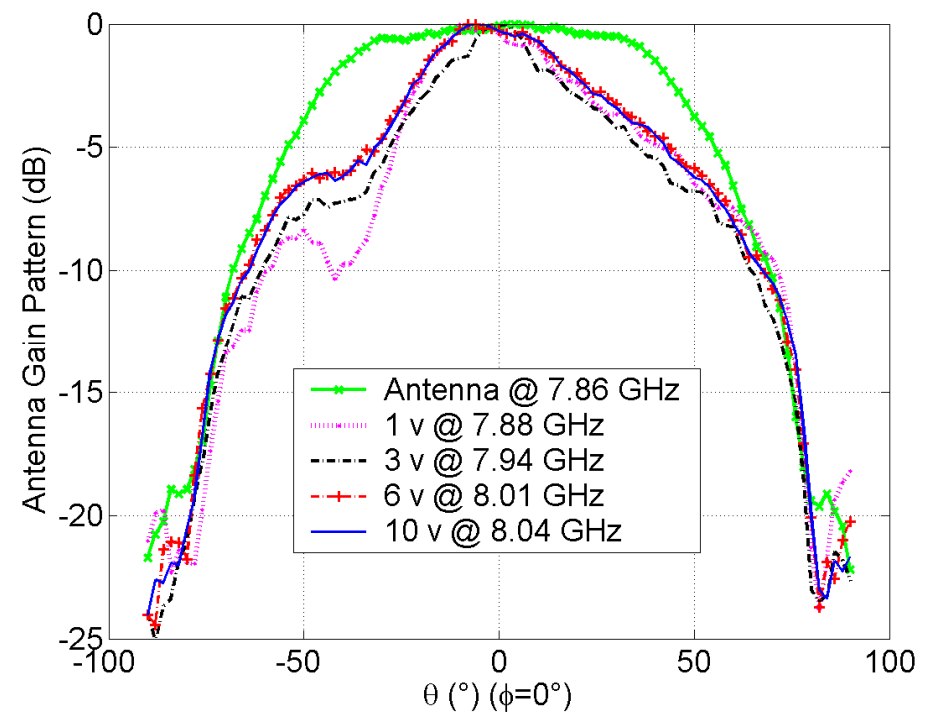


## ■ Contrôle fréquentiel par variation électronique de la capacité – Antenne reconfigurable





Plan E



Plan H



# Conclusions

---

- Modélisation de métamatériaux composites planaires
- Conception et étude des surfaces à hautes impédances et des surfaces partiellement réfléchissantes
- Amélioration des performances des antennes par rapport aux structures traditionnelles utilisant une cavité Fabry-Perrot grâce à l'utilisation de métamatériaux
- Étude du rayonnement directionnel des antennes par des métamatériaux à variation de phase locale
- Cavités reconfigurables en fréquence par insertion d'éléments actifs



# Perspectives

---

- Contrôle électronique directionnel du rayonnement des antennes
- Application du savoir-faire sur des antennes large bande ou multi-bandes

