

Antenne résonateur BIE à faisceau contrôlable

Olivier Roncière, Ronan Sauleau, Kouroch Mahdjoub

Olivier.ronciere@univ-rennes1.fr

Institut d'Electronique & de Télécommunications de Rennes (IETR)

I. Introduction

- Généralités
- Notion de diagramme de rayonnement et de directivité

II. Antennes à Bande Interdite Electromagnétique

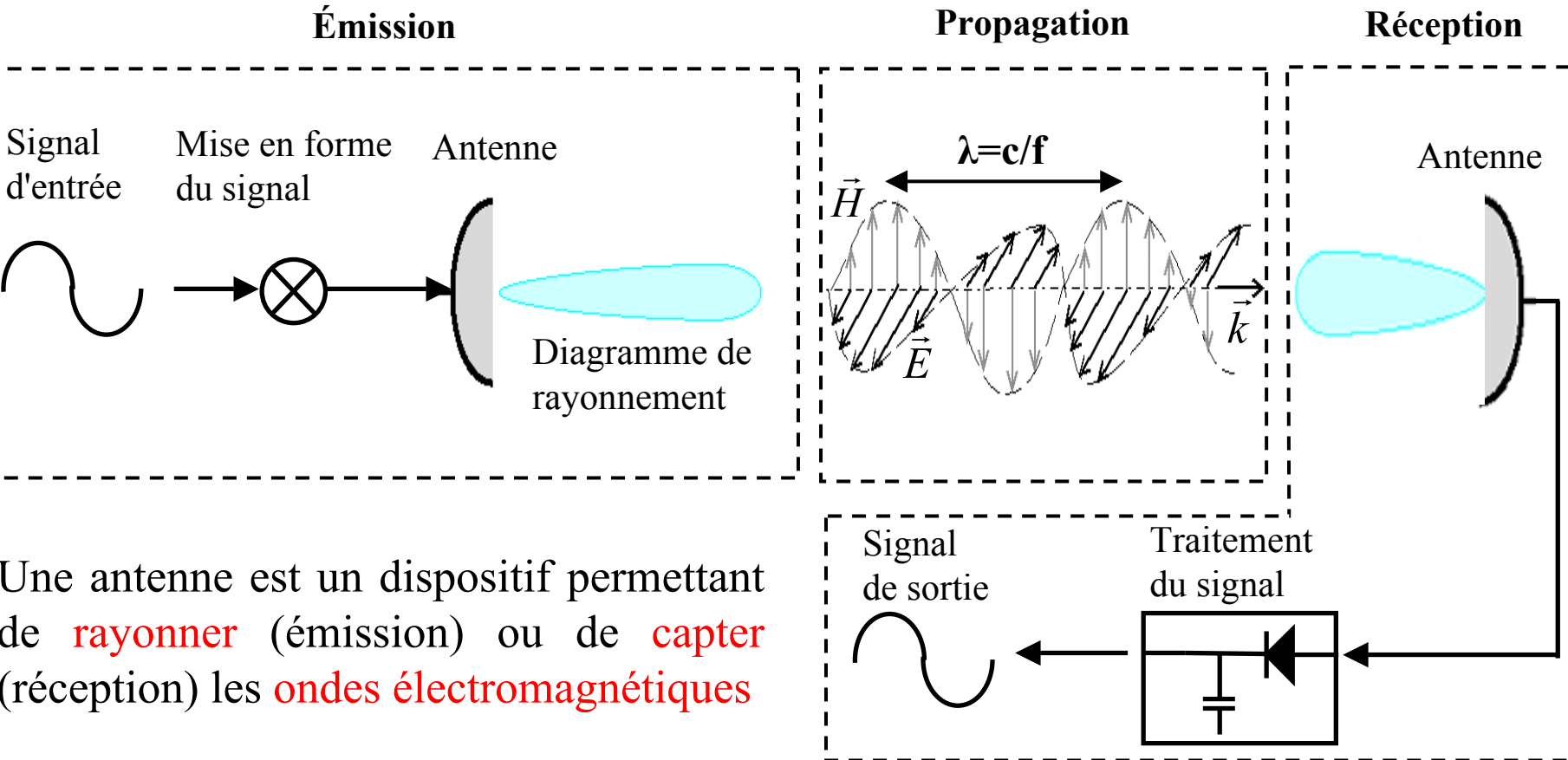
- Présentation et principe de fonctionnement

III. Application en bande *Ku*

- Modèle 2D d'antenne à faisceau contrôlable
- Performances d'une antenne réelle

IV. Conclusion

Rôle d'une antenne dans un système de communication



Une antenne est un dispositif permettant de **rayonner** (émission) ou de **capter** (réception) les **ondes électromagnétiques**

Oscillations électriques \longleftrightarrow **Ondes électromagnétiques**

Où sont les antennes ?

- Antennes classiques:
 - Antennes télé ou radio
 - Téléphone portable
- Recherches aujourd'hui:
 - Communications satellites
 - Transport (radar automobile)
 - Réseaux locaux (communications intra-bâtiments)

Diagramme de rayonnement

• L'antenne isotrope, c'est-à-dire rayonnant de la même façon dans toutes les directions, est un modèle théorique irréalisable dans la pratique.

• En réalité, l'énergie rayonnée par une antenne est répartie inégalement dans l'espace, certaines **directions** sont **privilegiées** : ce sont les **lobes de rayonnement**.



Diagramme de rayonnement

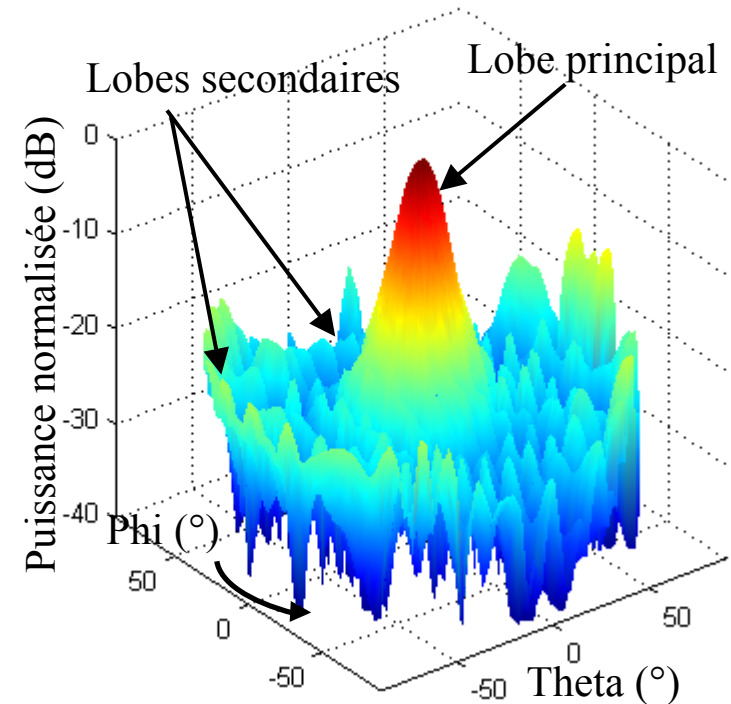


Diagramme de rayonnement

Deux plans d'observation orthogonaux:

- Plan E (plan contenant le vecteur \vec{E})
- Plan H (plan contenant le vecteur \vec{H})

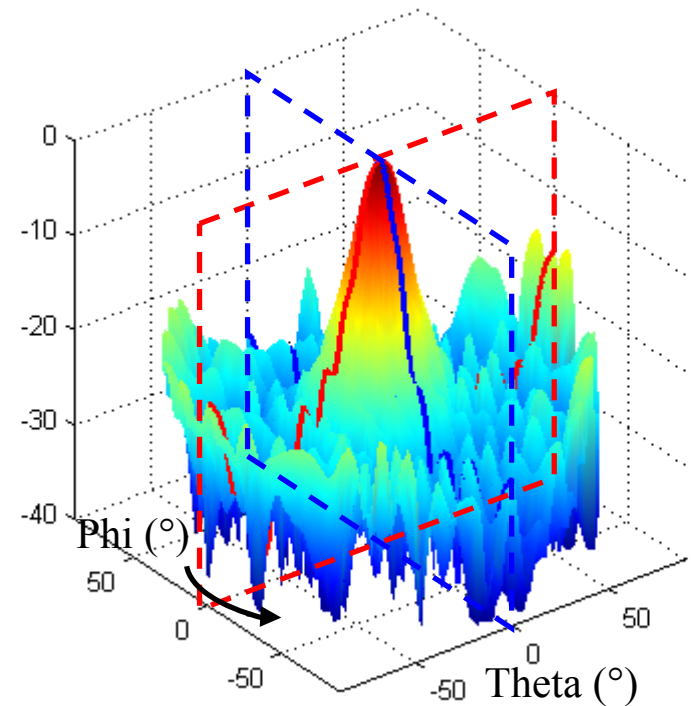
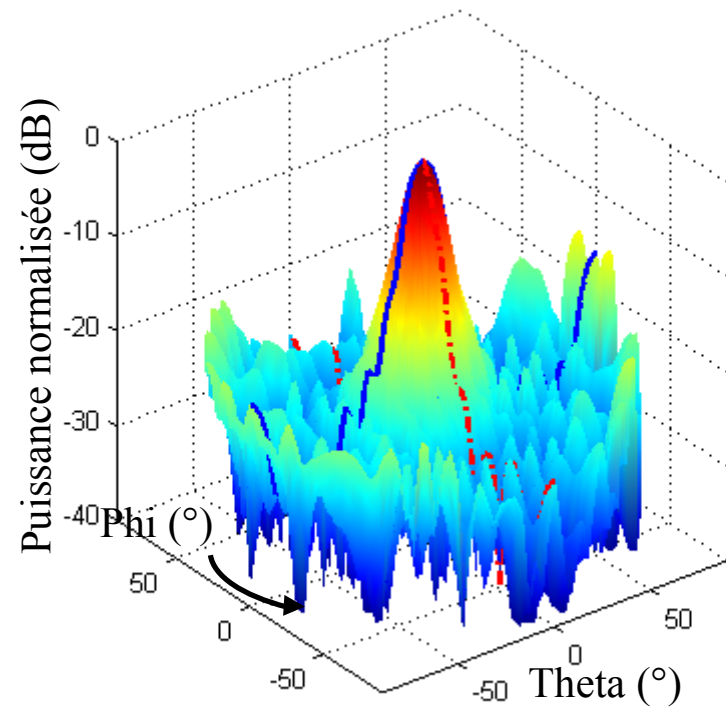


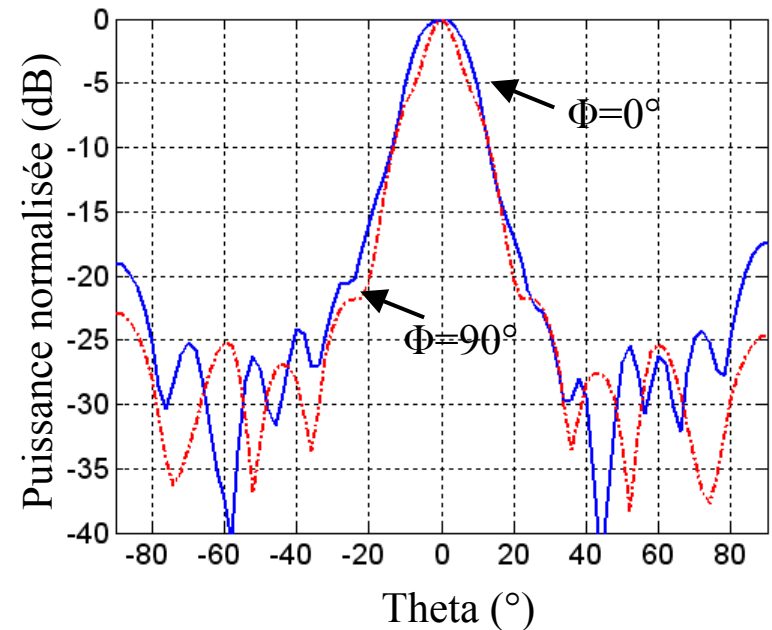
Diagramme de rayonnement

Diagramme 3D



Coupes du diagramme 3D

— Plan E — Plan H



Directivité d'une antenne

• Mesure la quantité **d'énergie rayonnée dans une direction** de l'espace $U(\theta, \Phi)$ par rapport à **l'énergie totale rayonnée**.

$$D(\theta, \phi) = \frac{U(\theta, \phi)}{\frac{1}{4\pi} \iint U(\theta, \phi) d\Omega}$$

$$\text{où } U(\theta, \phi) = \frac{1}{2} \operatorname{Re}(E \times H^*) \cdot \hat{r}$$

Diagramme peu directif $D(0,0) = 7\text{dB}$

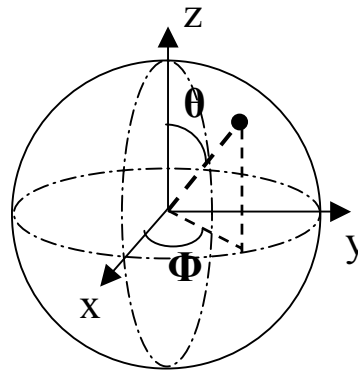
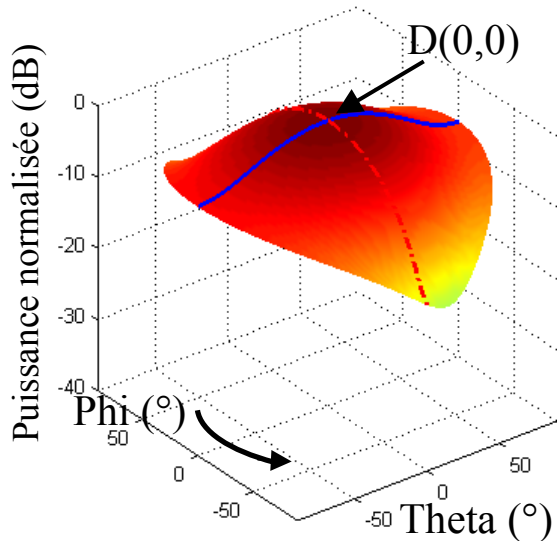
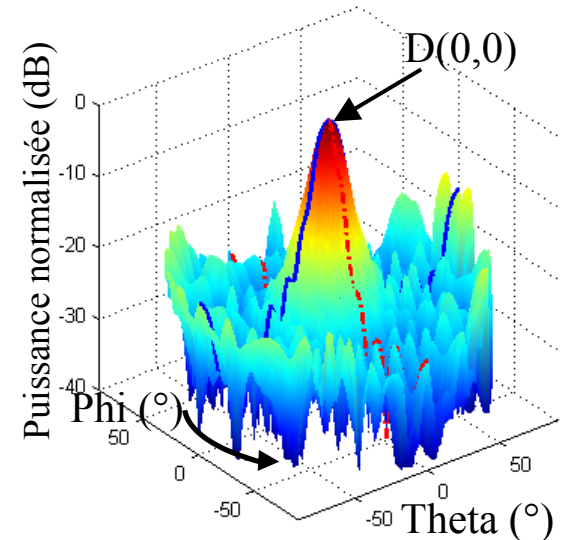


Diagramme directif $D(0,0) = 22\text{dB}$



Directivité d'une antenne

• Mesure la quantité **d'énergie rayonnée dans une direction** de l'espace $U(\theta, \Phi)$ par rapport à **l'énergie totale rayonnée**.

$$D(\theta, \phi) = \frac{U(\theta, \phi)}{\frac{1}{4\pi} \iint U(\theta, \phi) d\Omega}$$

où $U(\theta, \phi) = \frac{1}{2} \operatorname{Re}(E \times H^*) \cdot \hat{r}$

Diagramme peu directif → $D(0,0) = 7\text{dB}$

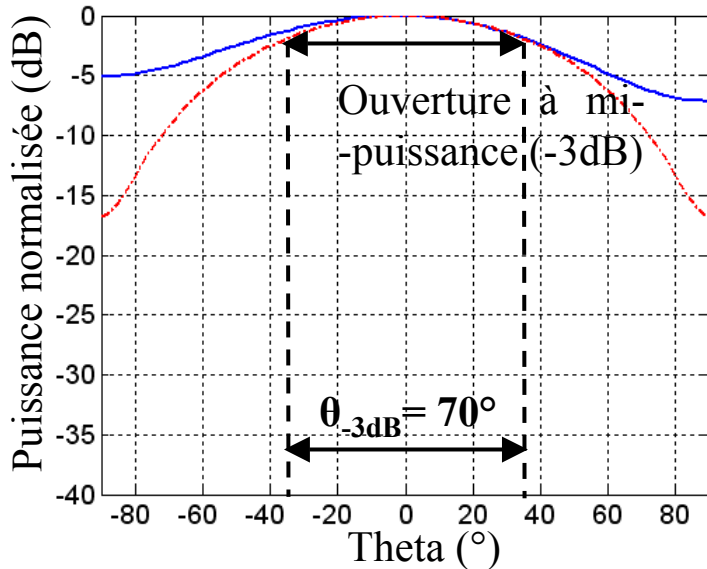
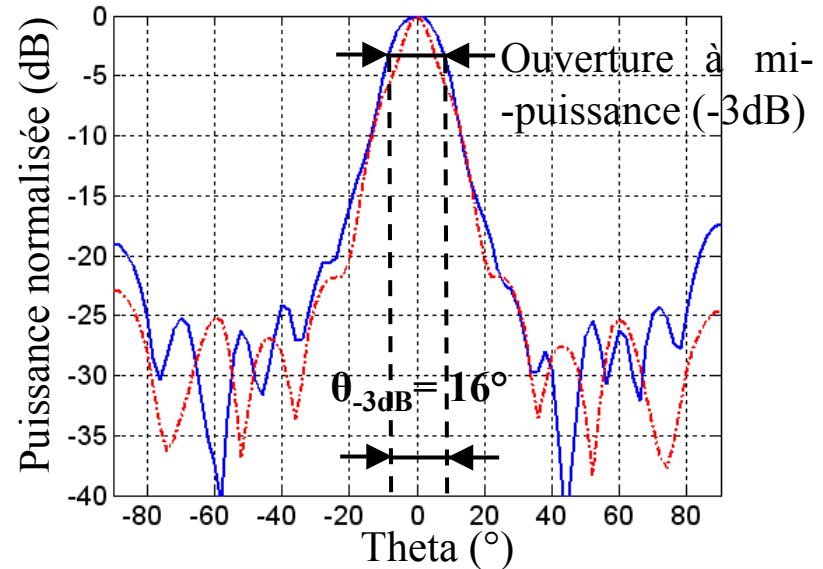


Diagramme directif → $D(0,0) = 22\text{dB}$



I. Introduction

- Généralités
- Notion de diagramme de rayonnement et de directivité

II. Antennes à Bande Interdite Electromagnétique (BIE)

- Présentation et principe de fonctionnement

III. Application en bande *Ku*

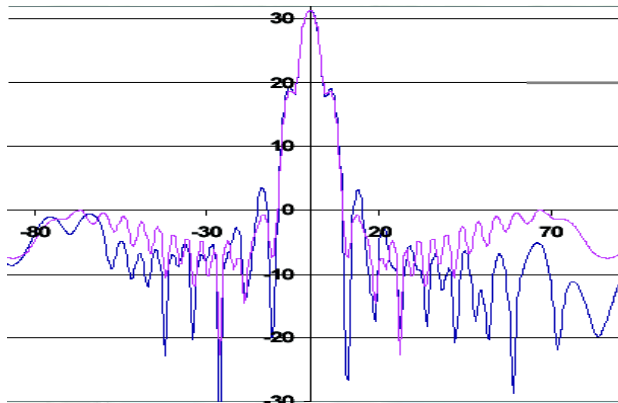
- Modèle 2D d'antenne à faisceau contrôlable
- Performances d'une antenne réelle

IV. Conclusion

Les antennes à Bande Interdite Electromagnétique (BIE)

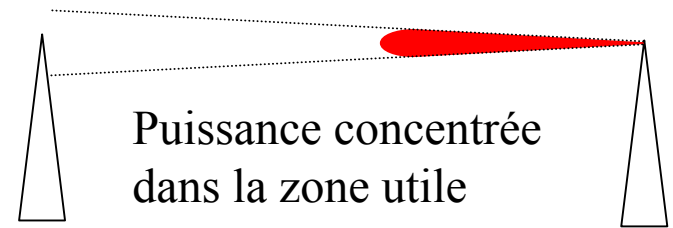
Antennes directives

(IRCOM, Limoges)

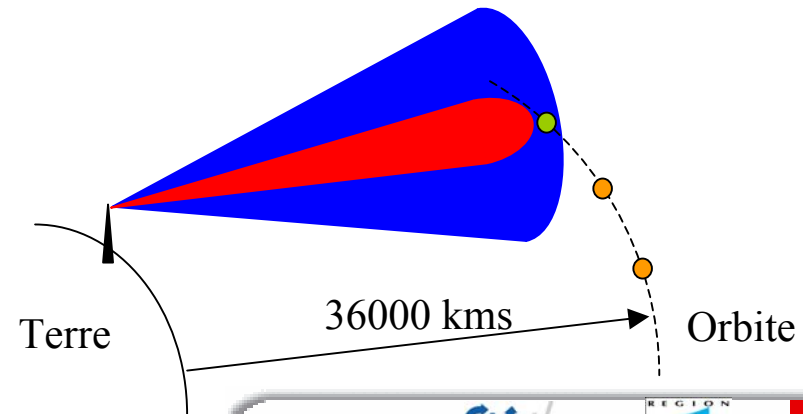


Pourquoi des antennes directives

- Communications point à point



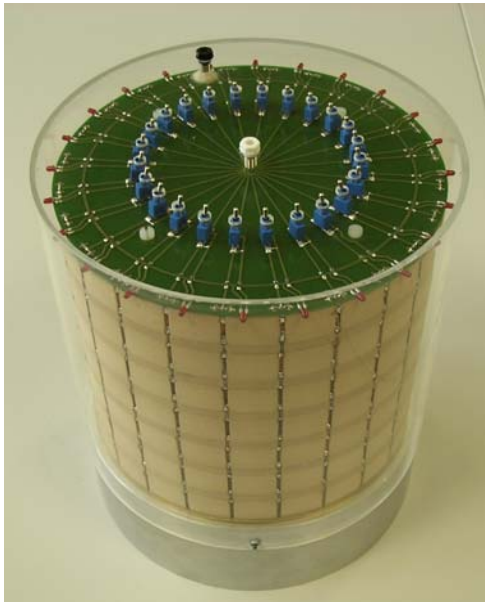
- Communications à longue distance



Les antennes à Bande Interdite Electromagnétique (BIE)

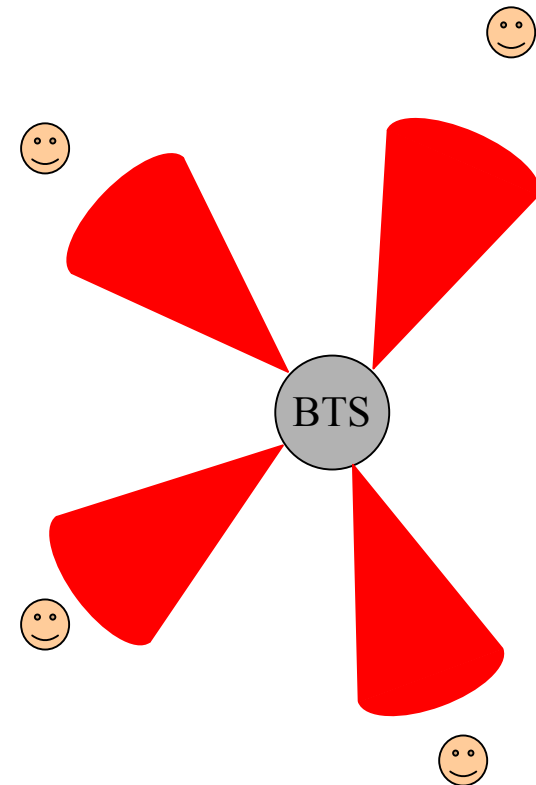
Antennes reconfigurables

(IETR, Rennes)



Couverture zone

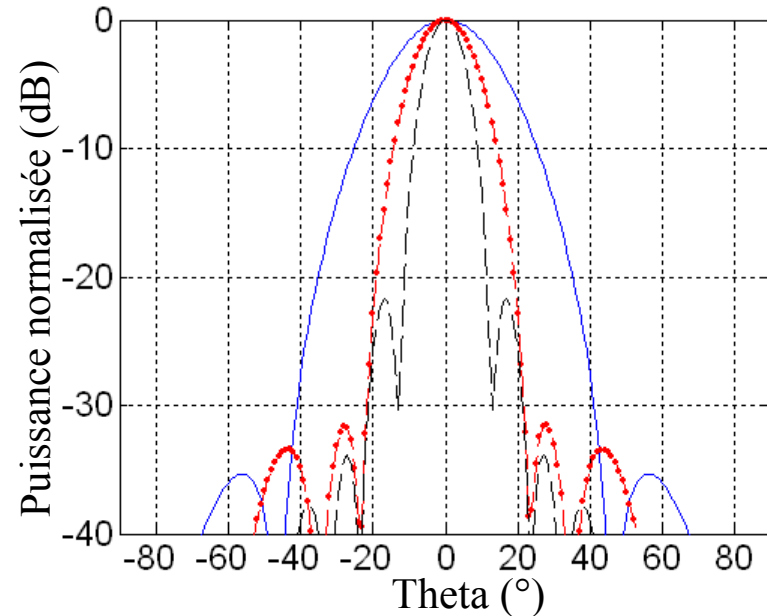
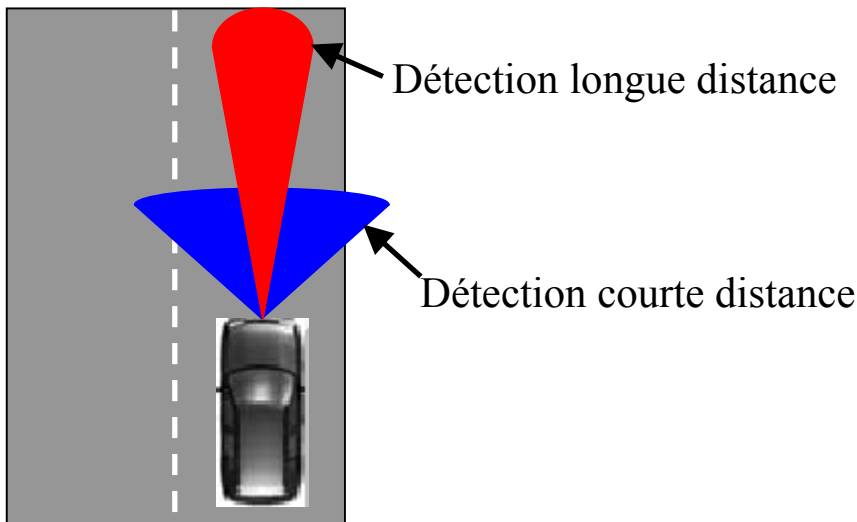
(stations de base)



Motivations et objectifs de l'étude

Radar Anti-collision

Passage d'un faisceau à ouverture large à un faisceau à ouverture étroite

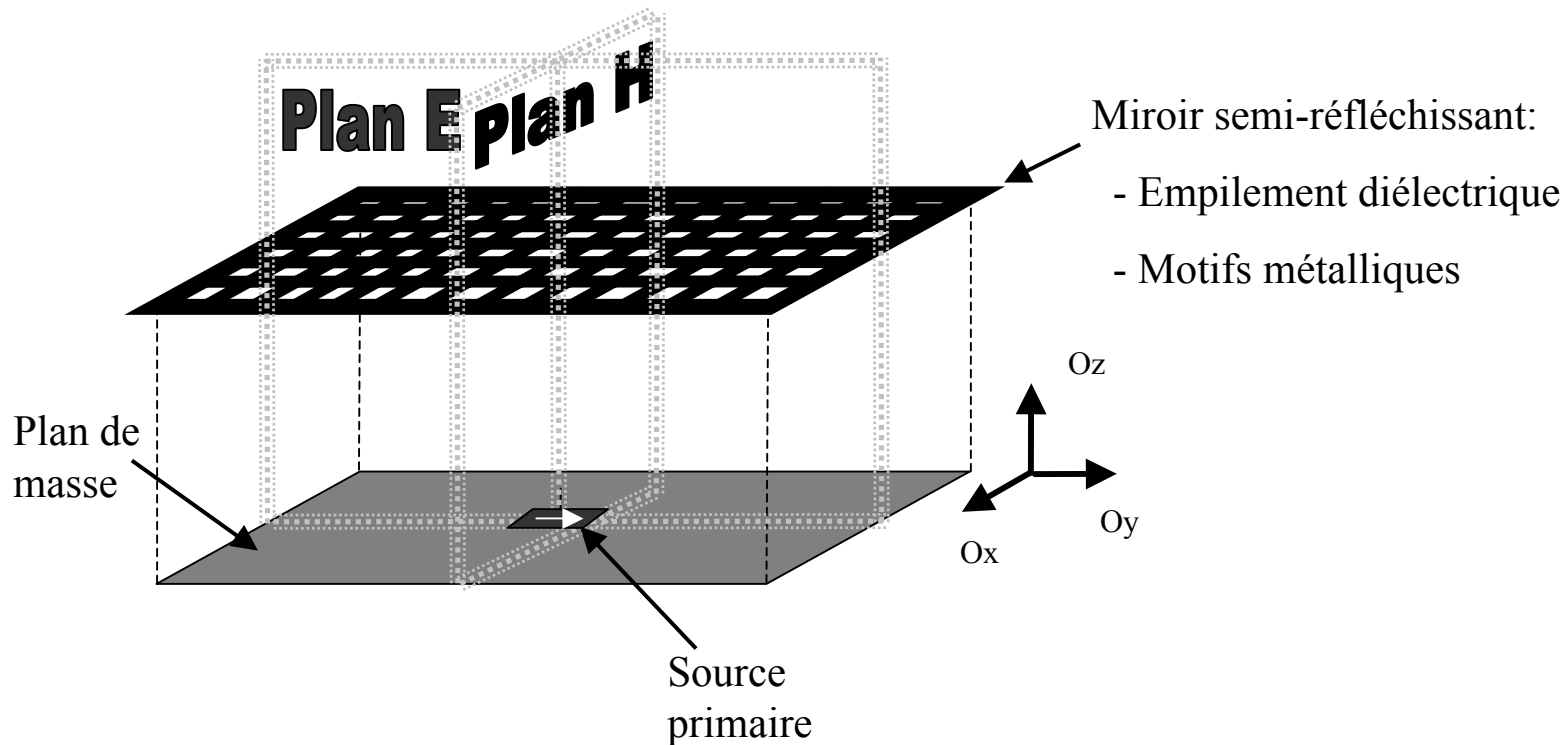


Faisceau contrôlable



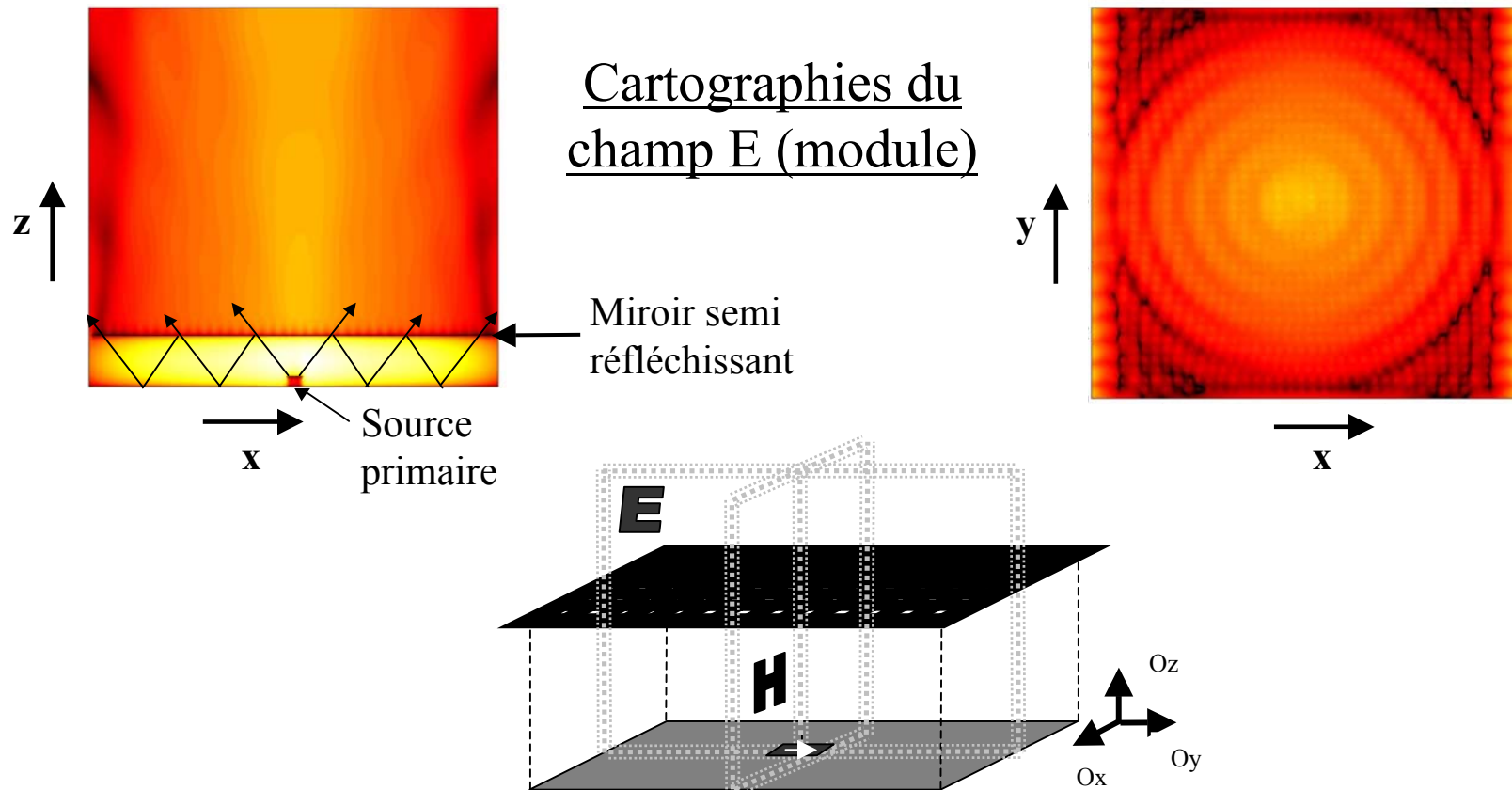
Directivité variable

Géométrie des antennes BIE



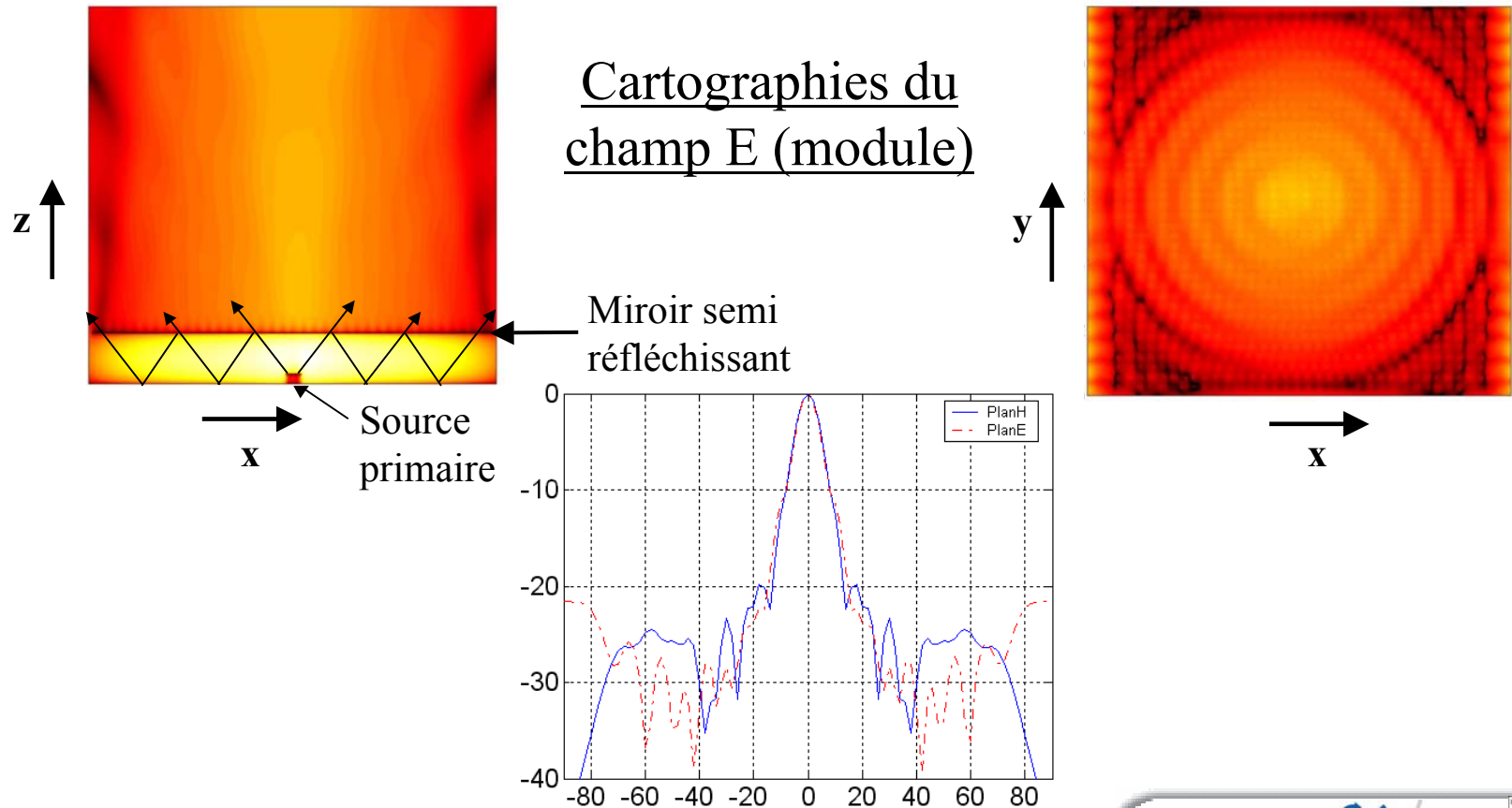
Fonctionnement des antennes BIE

L'antenne BIE étale le champ à sa surface pour obtenir une forte directivité.



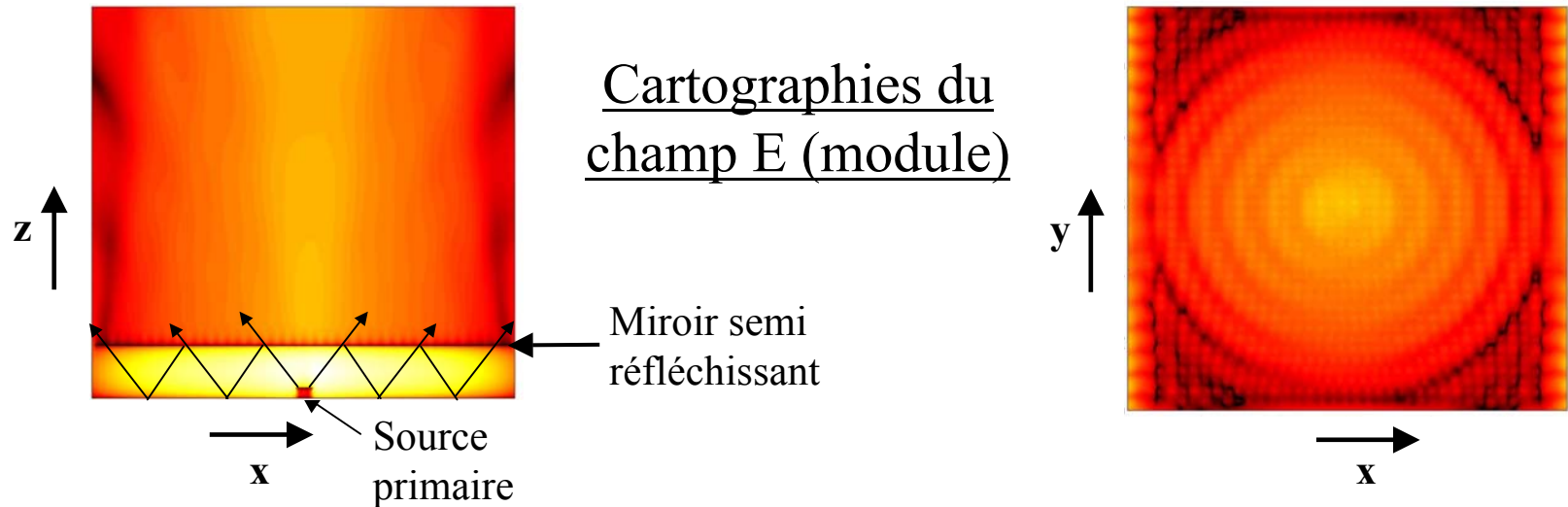
Fonctionnement des antennes BIE

L'antenne BIE étale le champ à sa surface pour obtenir une forte directivité.



Antenne BIE à directivité variable

L'antenne BIE étale le champ à sa surface pour obtenir une forte directivité.



Directivité



Taille de l'ouverture rayonnante

I. Introduction

- Généralités
- Notion de diagramme de rayonnement et de directivité

II. Antennes à Bande Interdite Electromagnétique

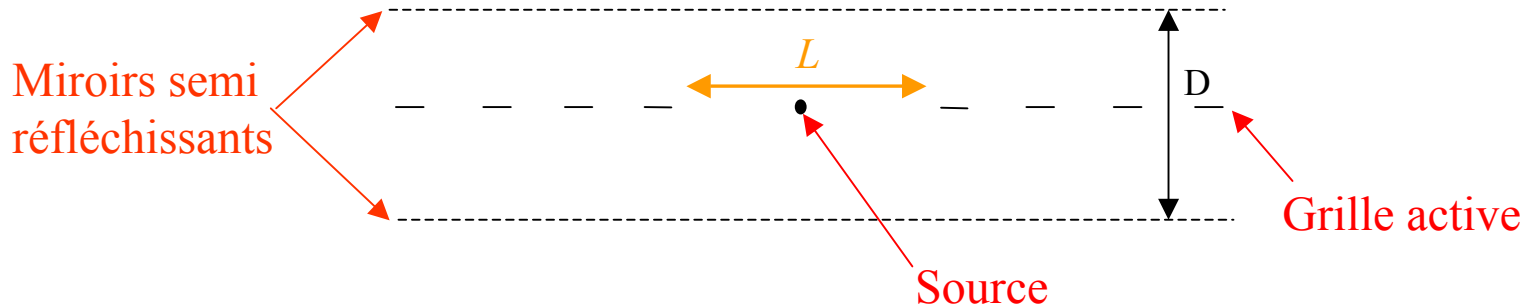
- Présentation et principe de fonctionnement

III. Application en bande *Ku*

- Modèle 2D d'antenne à faisceau contrôlable
- Performances d'une antenne réelle

IV. Conclusion

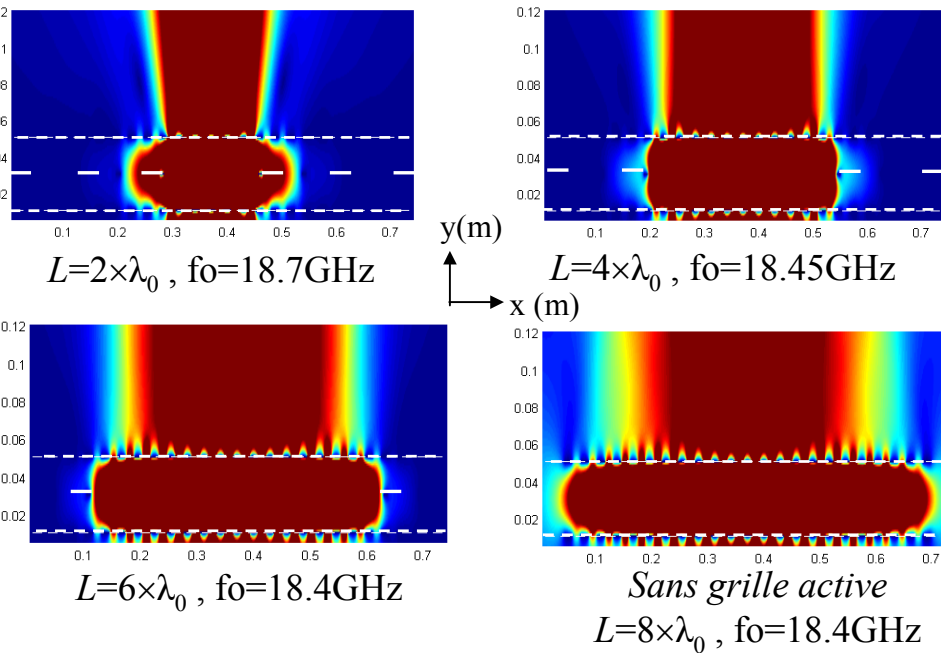
Géométrie de l'antenne



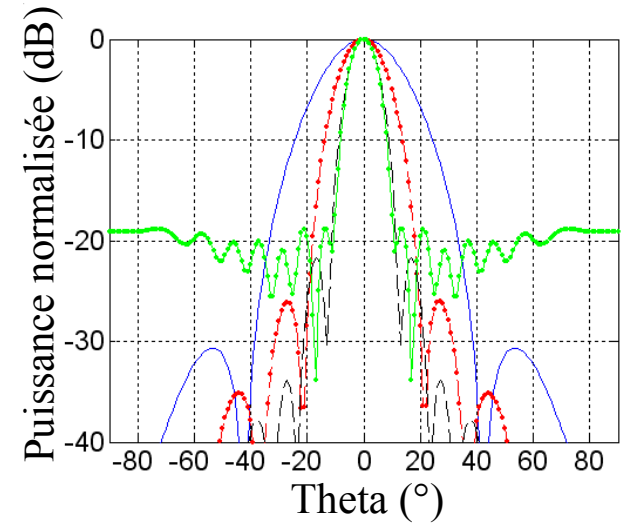
- **Miroirs semi-réfléchissants:** pistes métalliques
- **Source:** Ligne de courant infinie
- **Grille active:** pistes métalliques (période lâche)
- **Ouverture rayonnante de taille variable** \longrightarrow **Directivité variable**

Modèle 2D de l'antenne

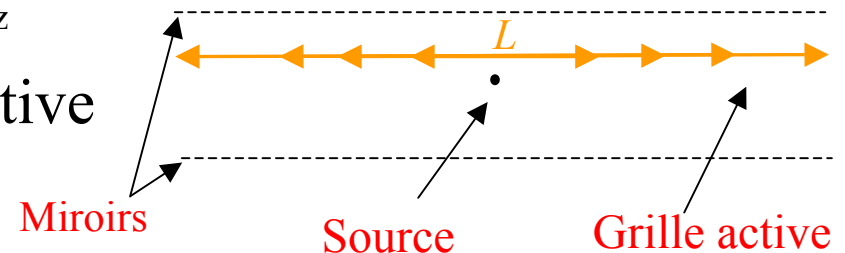
Cartographies du champ E ($|E|$)



Diagrammes de rayonnement



Géométrie de l'antenne

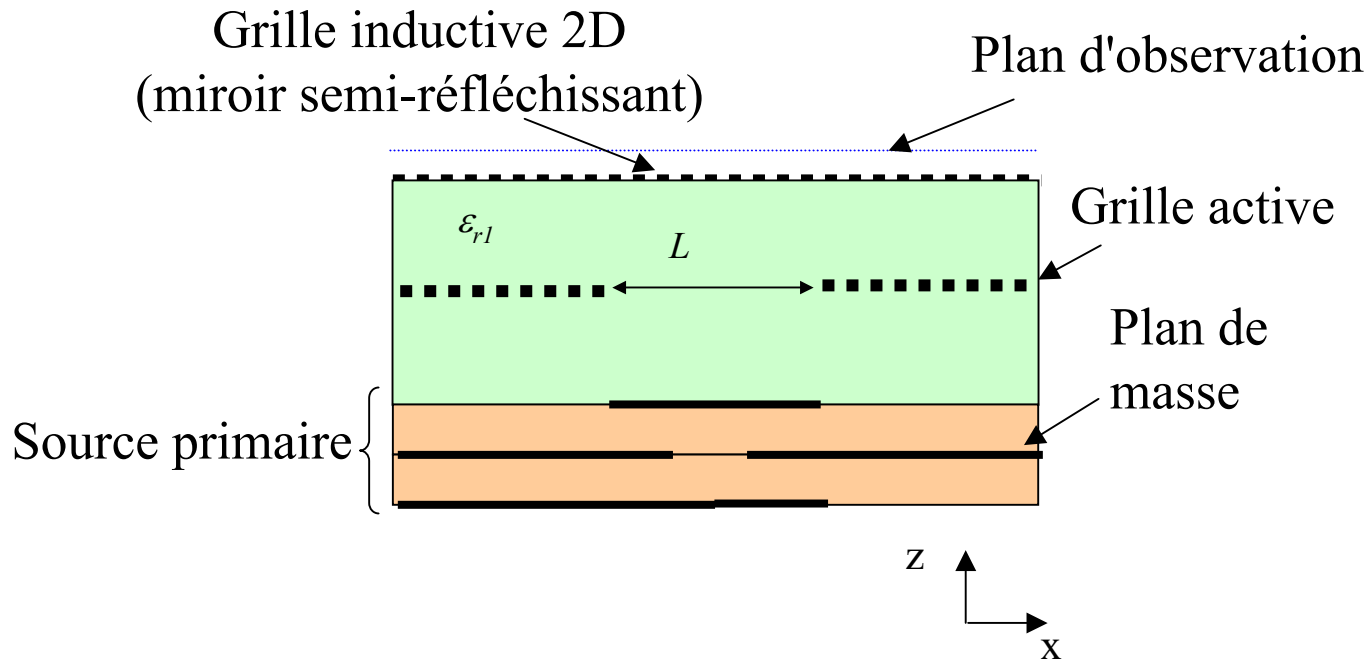


• Le champ est arrêté par la grille active



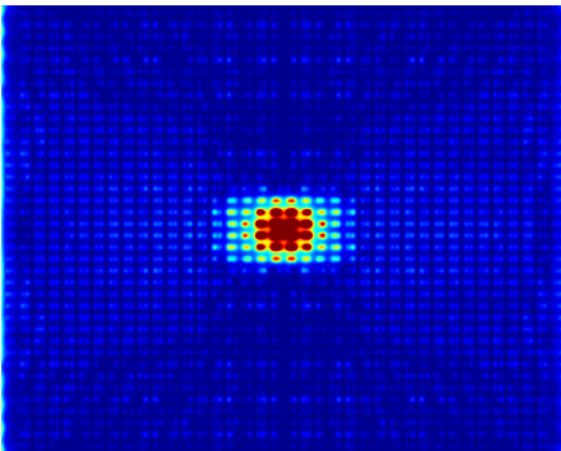
Directivité variable

Géométrie de l'antenne réelle

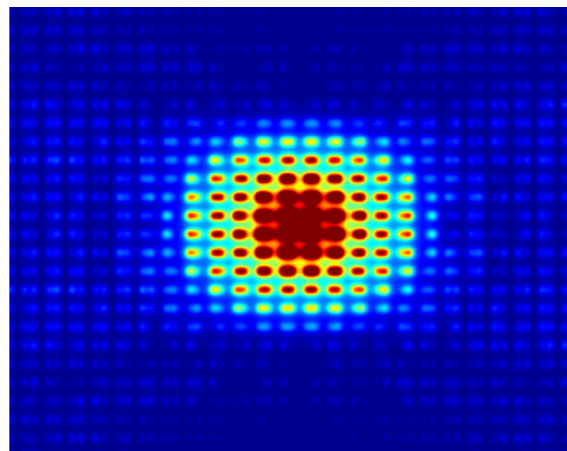


Résultats FDTD

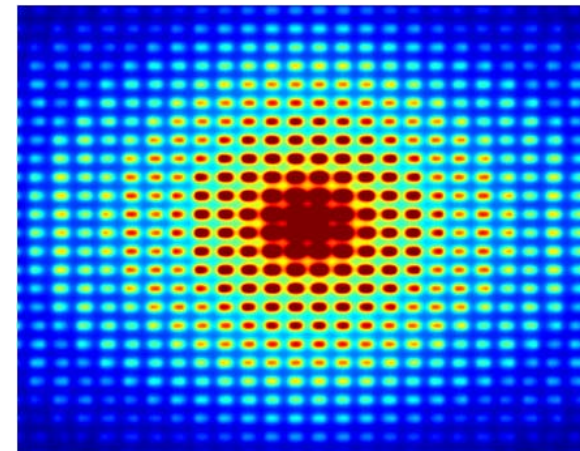
Cartographies du champ E ($|E|$)



$$L=2\times\lambda_0$$



$$L=4\times\lambda_0$$



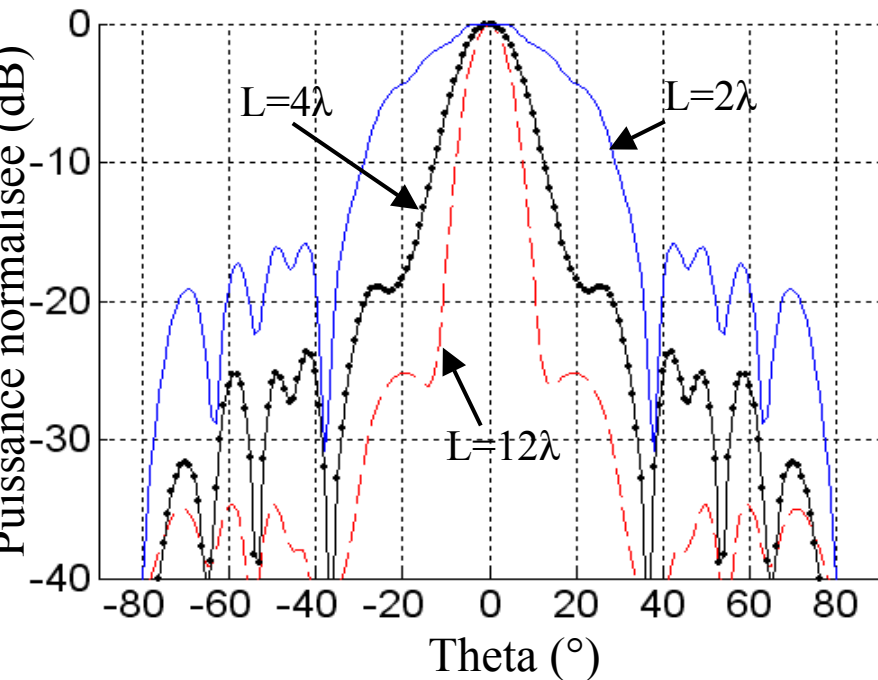
$$L=12\times\lambda_0$$



Augmentation de l'ouverture rayonnante avec L.

Résultats FDTD

Diagramme de rayonnement (Plan H)



Ouverture $L (\lambda)$	$\theta(-3\text{dB})$	Niveau des lobes
2	32°	-16
4	18°	-24
12	9°	-25

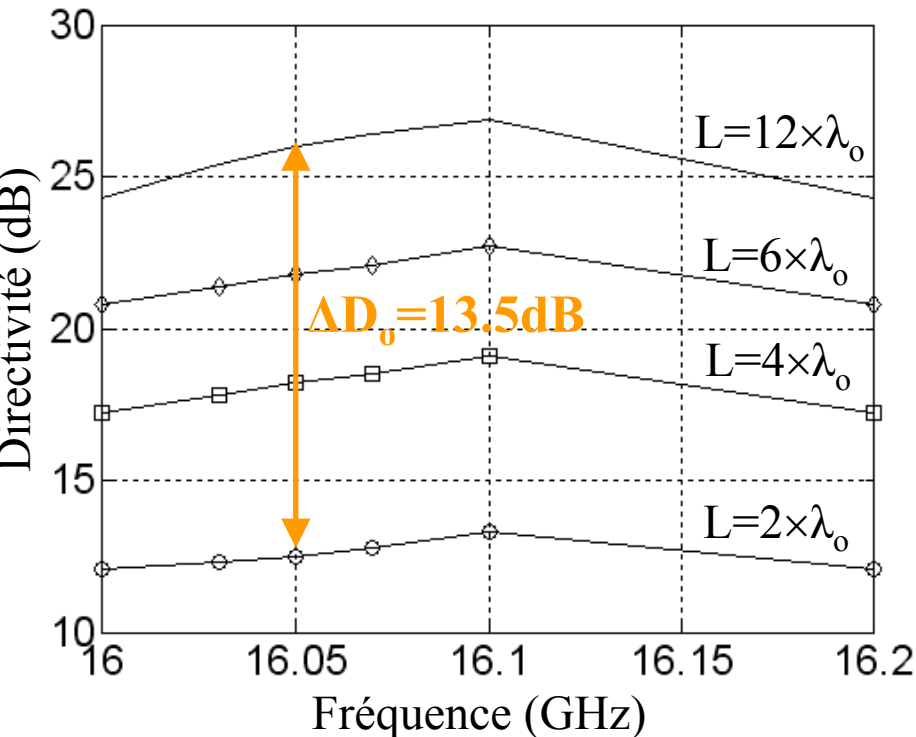


Le plan H est très bon

Rq: dans le plan E, des lobes secondaires importants apparaissent

Résultats FDTD

Variation de directivité



Variation maximale de directivité
à $f=16.05\text{GHz}$:

$$\Delta D_0 = 13.5 \text{ dB.}$$

Faisabilité d'une antenne BIE à **directivité variable**

Insertion d'une grille active à l'intérieur de la cavité

Les simulations FDTD montrent une **variation de directivité de 13.5dB**

Une maquette est en cours de réalisation

Antenne résonateur BIE à faisceau contrôlable

Olivier Roncière, Ronan Sauleau, Kouroch Mahdjoub

Olivier.ronciere@univ-rennes1.fr

Institut d'Electronique & de Télécommunications de Rennes (IETR)