



# Fonctionnement des CRBM

## Approche pseudo-temporelle

### Compréhension des performances d'une injection bi-source

**Janvier 2012**

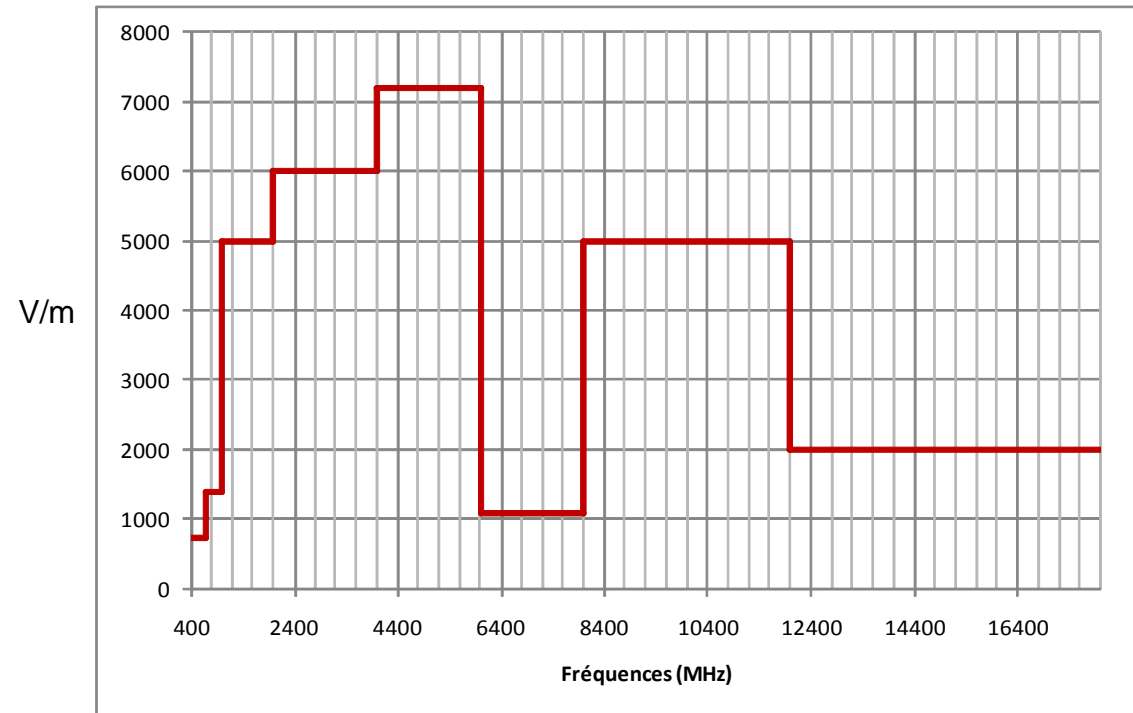
***Florian Desquines***

# Plan

- **Introduction**
- **Rappels sur le fonctionnement d'une CRBM** (Chambre Réverbérante à Brassage de Modes)
  - Apparition des modes
  - Fonctionnement d'une cavité et action d'un brasseur de modes
- **Approche pseudo-temporelle**
  - Expérience de deux sources en vis à vis
- **Simulation sous Scilab**
- **Réalisation d'une injection bi-source**
  - Principe
  - Résultats obtenus
  - Parallèle avec l'approche pseudo-temporelle et la simulation
- **Conclusion**

# Introduction

**-Objectif : atteindre les niveaux de la catégorie L de la norme RTCA DO-160E**



# Introduction

## -Idée : injection avec deux sources

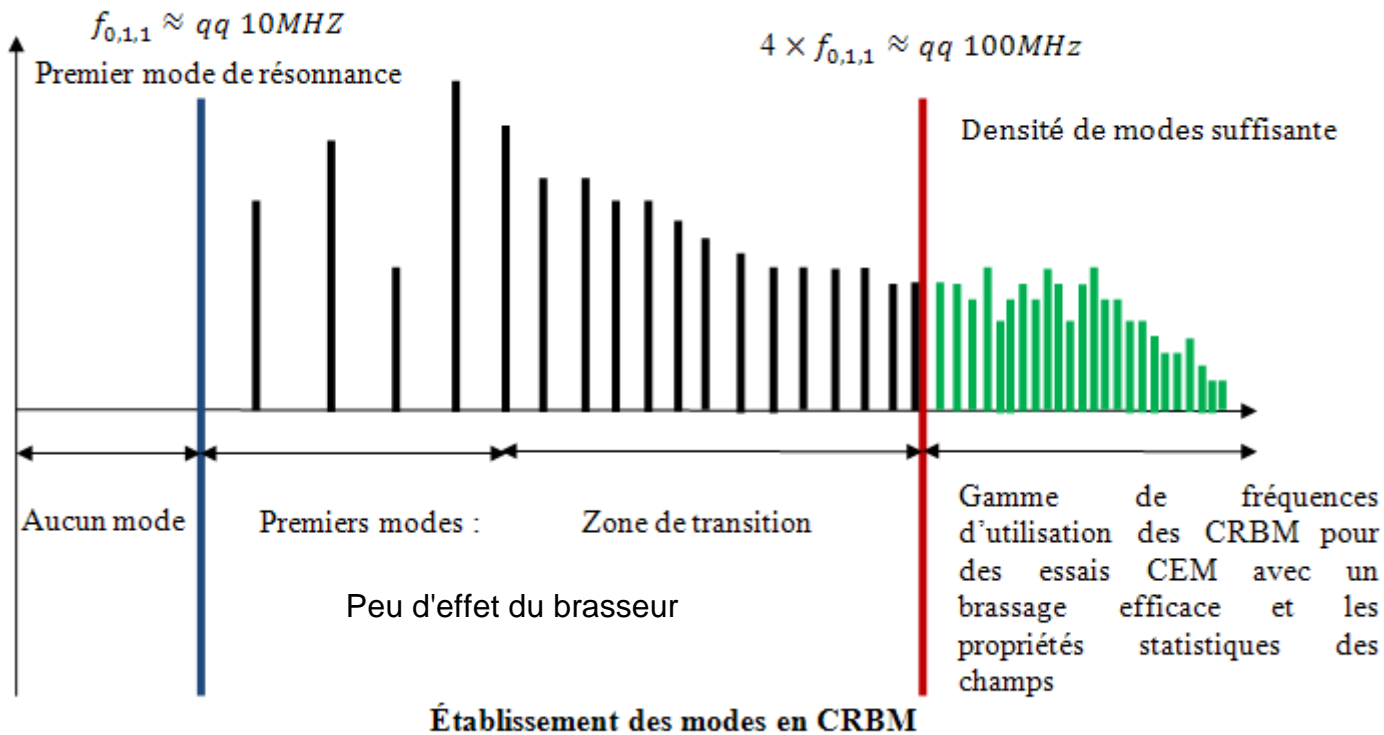
- Pas de nécessité de s'équiper d'un amplificateur de plus forte puissance quand on en possède deux couvrant la même bande de fréquences
- Réduction des coûts et peu de tels amplificateurs sur le marché
- Délai de réalisation

## -Validation de l'idée:

- Caractériser en temporel : génération d'impulsions rapides très brèves et usage d'antennes de bandes passantes limitées
- Vérifier que l'idée des deux sources est réalisable par simulation

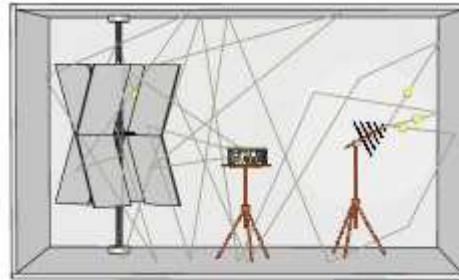
## -Analyse des résultats obtenus

# Rappels de fonctionnement des CRBM

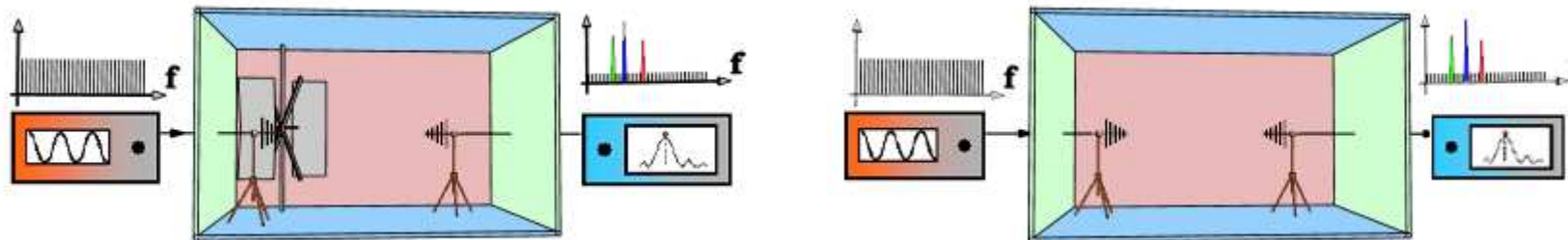


## Rappels de fonctionnement des CRBM

-Champ uniforme : multiples chemins par réflexions



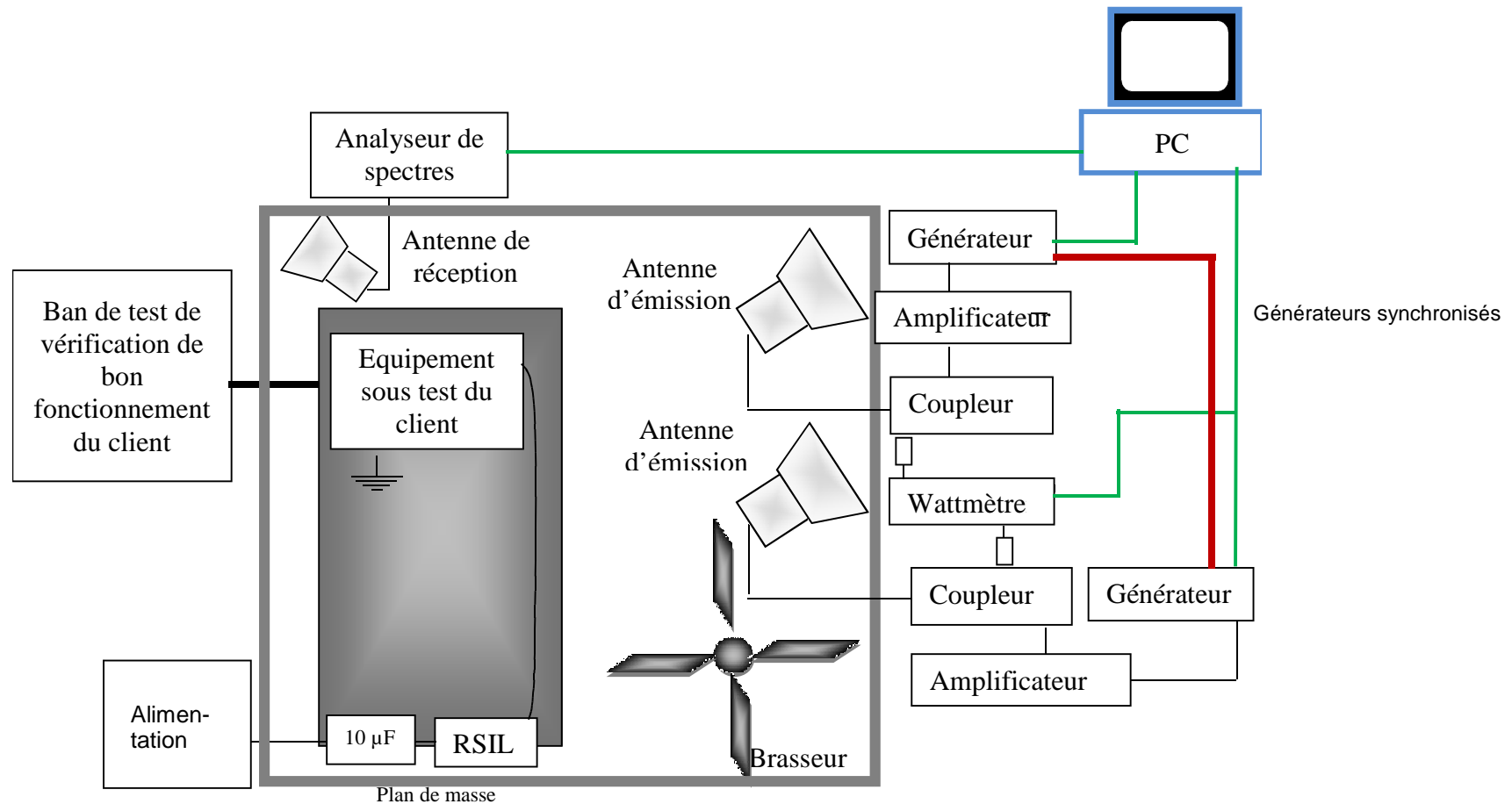
-Effet du brasseur : recouvrement en fréquence des modes



Gifs animés : source IFSTTAR – LEOST - [http://cem.inrets.fr/index\\_crbm.htm](http://cem.inrets.fr/index_crbm.htm)

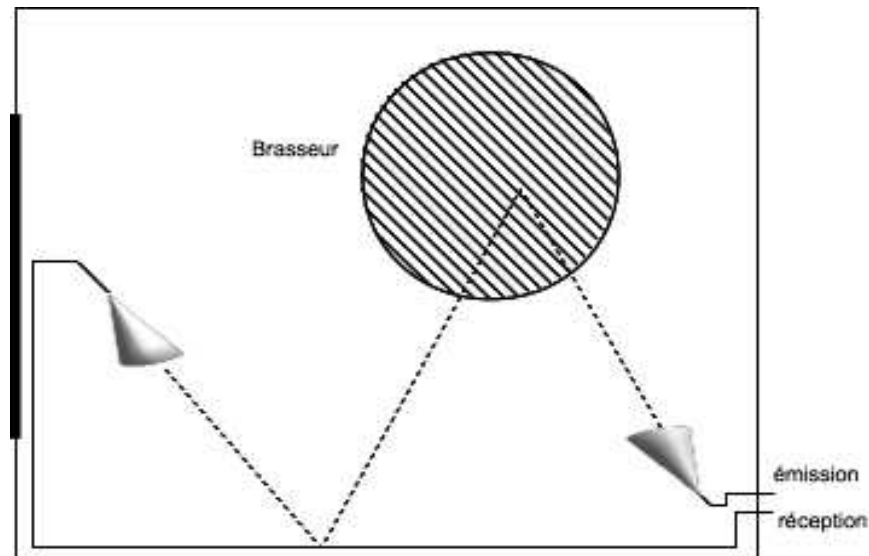
# Bi-source

## Installation de l'essai avec deux sources en CRBM



## Analyse pseudo-temporelle

-Antennes disposées selon une polarisation unique verticale (normale au plan du sol de la CRBM). Le chemin tracé en pointillés correspond à l'approximation asymptotique optique.

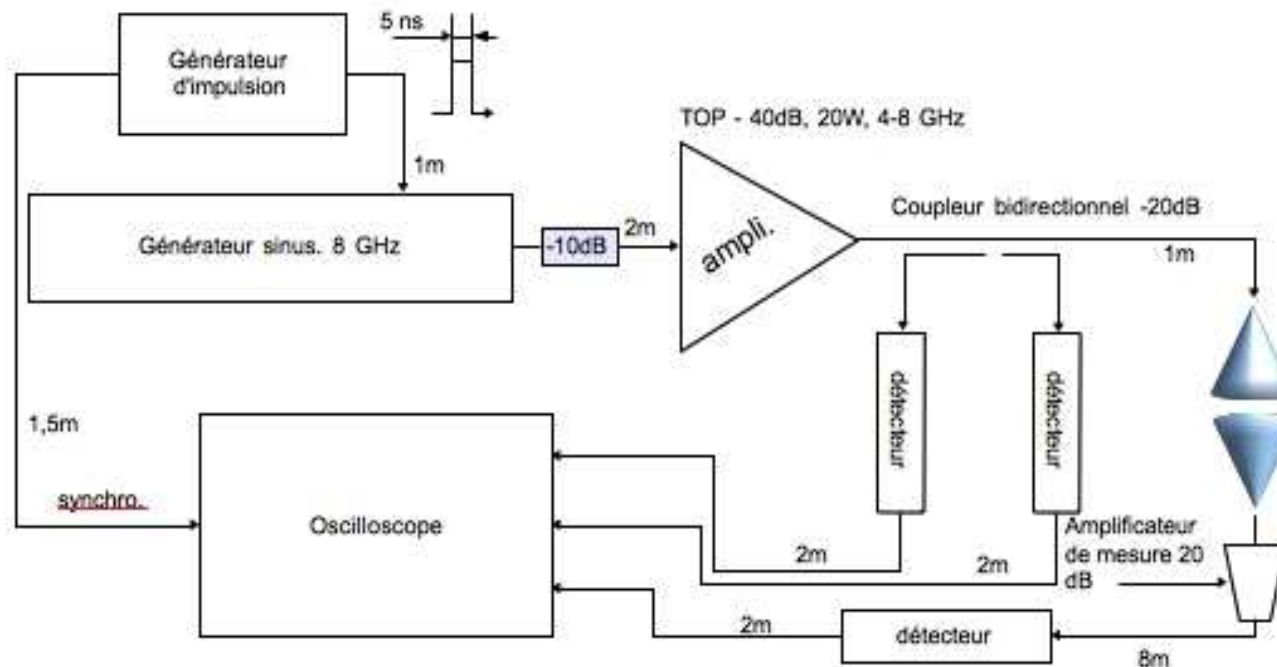




## Analyse pseudo-temporelle

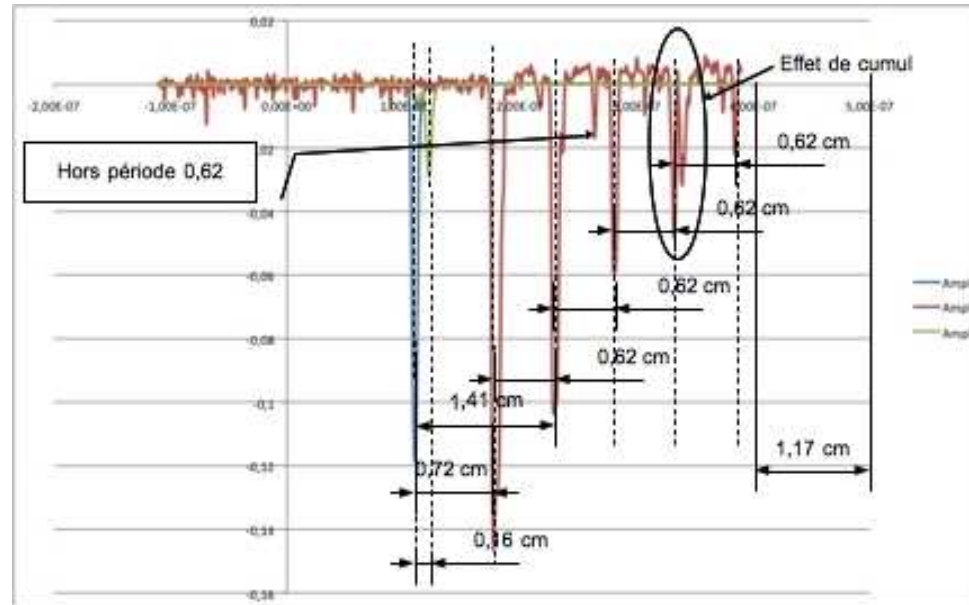
### -Expérience «pseudo-temporelle» :

*Expérimentation avec des antennes relativement très directives, modulation d'une porteuse très haute fréquence par une impulsion brève et détection d'enveloppe.*



# Analyse pseudo-temporelle

-Analyse des résultats de l'expérimentation :



-100 ns pour 1,17 cm

-mesure de l'onde incidente : à 3 mètre de l'antenne d'émission

-distance entre les antennes : 6,3 mètres

## Analyse pseudo-temporelle

-Analyse des résultats de l'expérimentation:



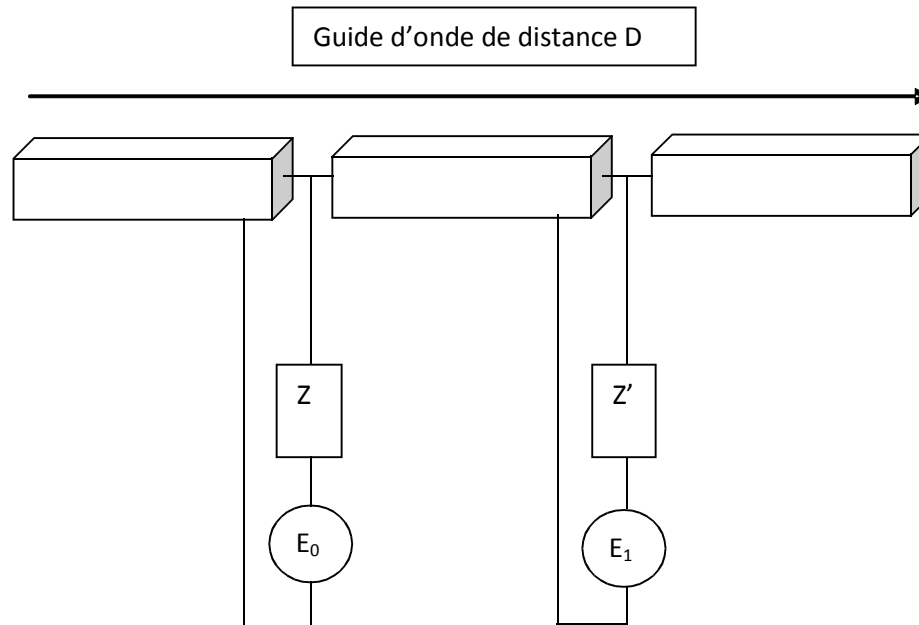
-Le premier pic correspond à l'enveloppe du signal incident

-Le pic bleu qui suit est l'enveloppe de l'onde réfléchiée en entrée d'antenne (désadaptation d'antenne légère plus réflexion d'un environnement proche type brasseur)

-Les autres pics sont dus à des chemins d'ordres de plus en plus élevés complétant le chemin direct et dont les atténuations en réflexion réduisent progressivement l'amplitude

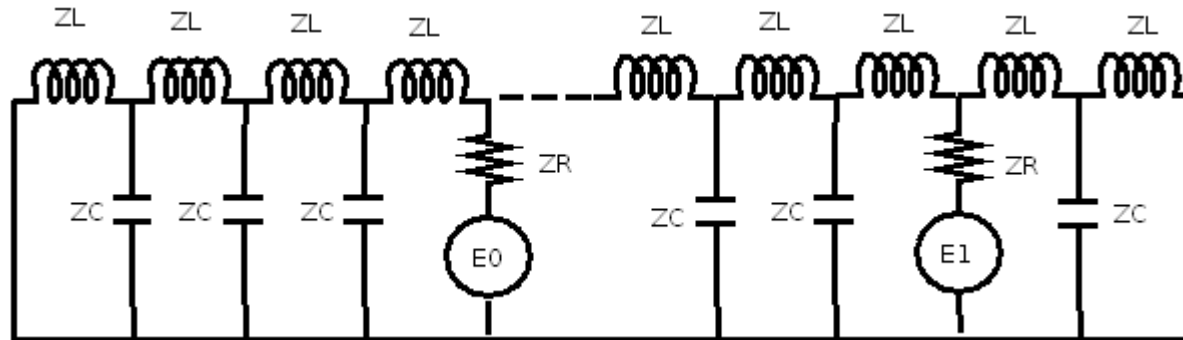
## Simulation sous Scilab

-Une cavité électromagnétique a le même comportement qu'un guide d'ondes dont les extrémités sont fermées. Dans le cas de deux sources:



-La cavité réverbérante peut être considérée comme un circuit résonnant RLC (à cela viendra s'ajouter la difficulté de définir la capacité et l'inductance équivalentes pour tous les modes présents)

## Simulation sous Scilab



-Simulation de la « cavité fermée à ses extrémités » pour deux sources espacées d'une distance  $D$  et un nombre  $n$  de cellules le plus grand possible.

-Observation de l'influence de la position des deux sources sur l'amplitude du champ électrique

-Observation de l'influence du brasseur

## Simulation sous Scilab

**Analyse des résultats:**

**-Simulations pour une source**

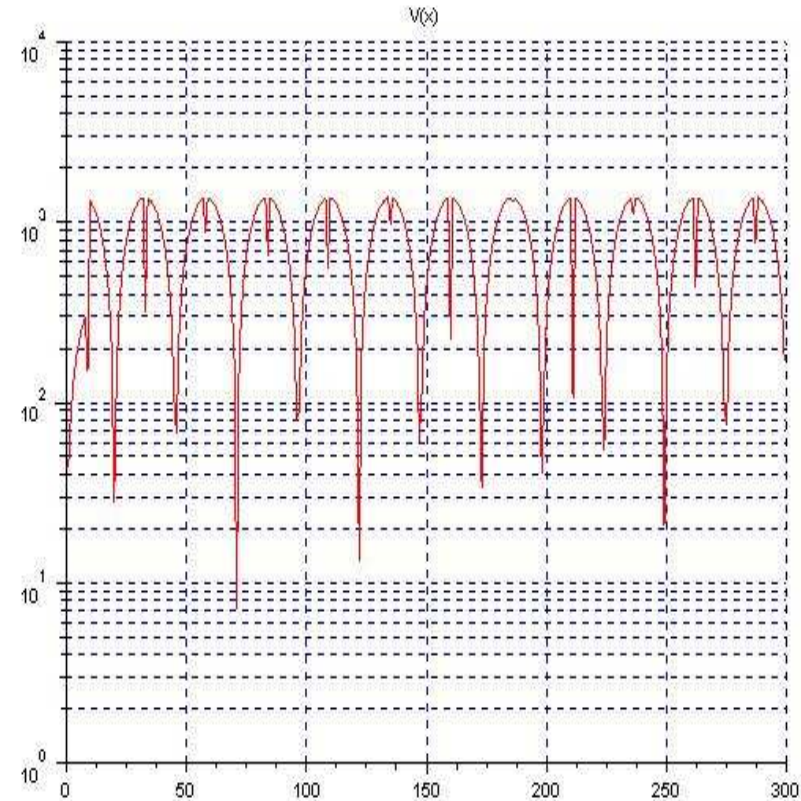
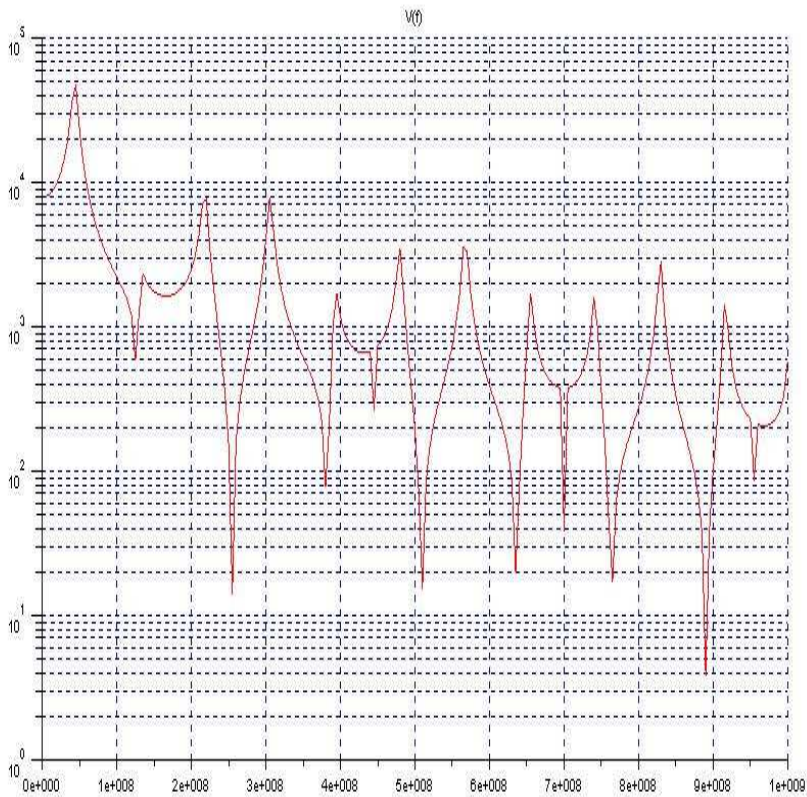
**-Simulations pour deux sources (amplitude & phase)**

**-Simulations pour deux sources avec changement de positions des sources dans la cavité**

**-Simulation de l'influence du brasseur en modifiant la longueur de la ligne**

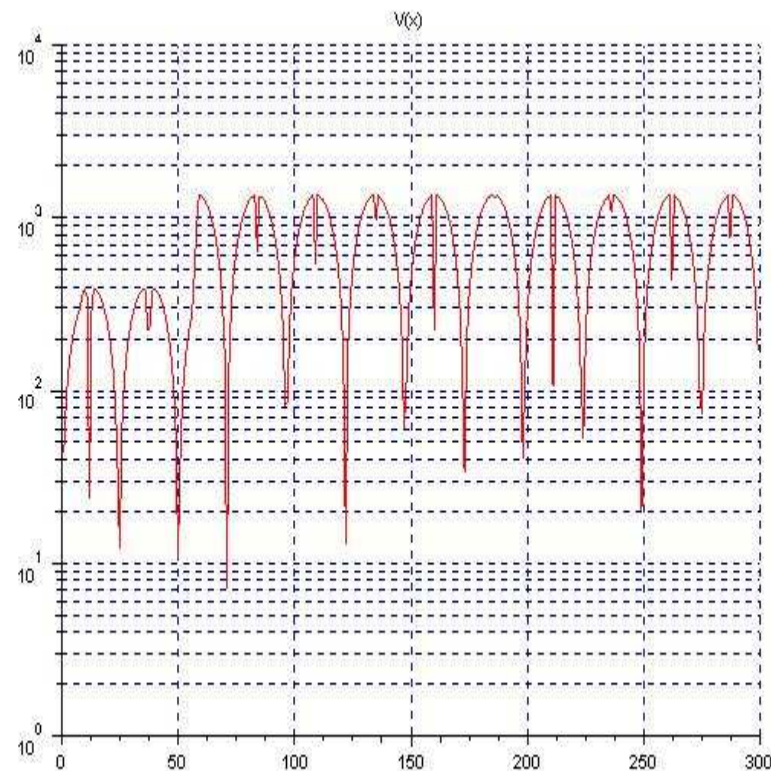
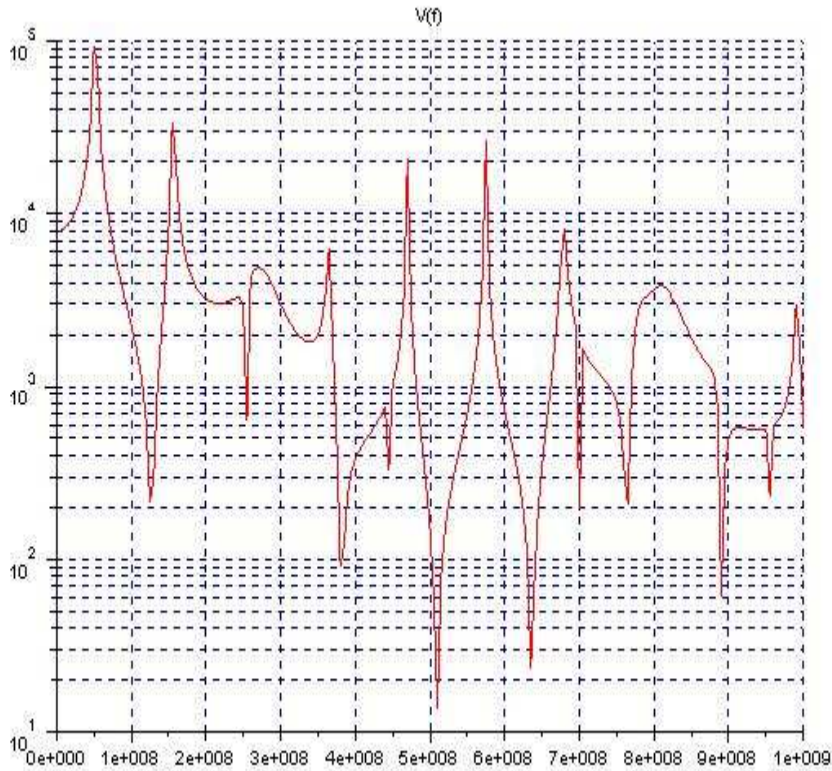
# Simulation sous Scilab

## -Simulations pour une source



# Simulation sous Scilab

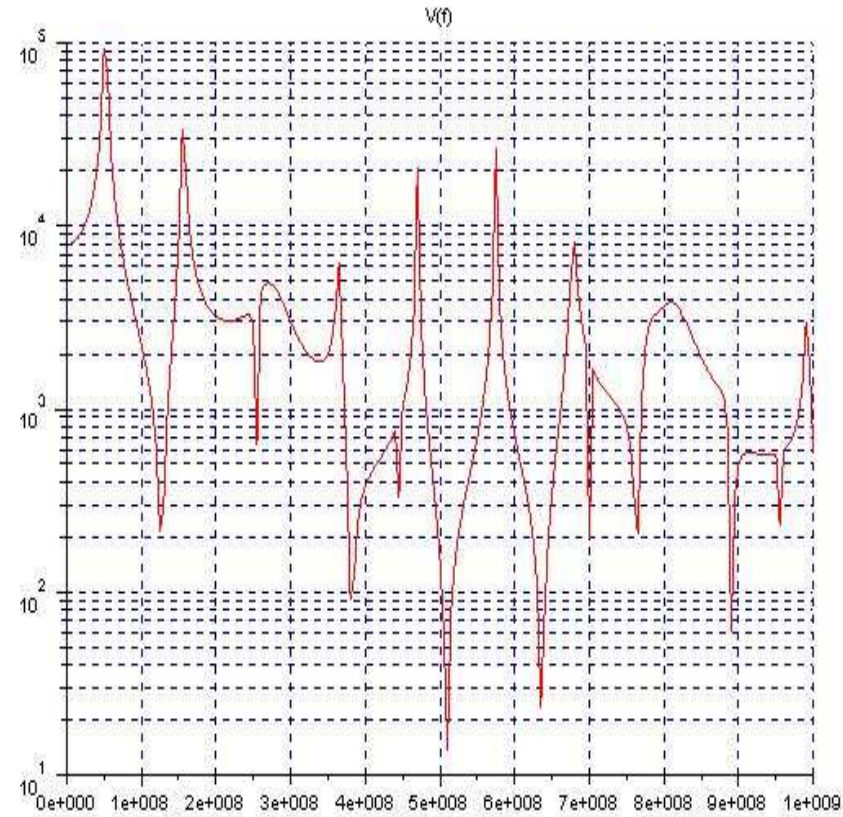
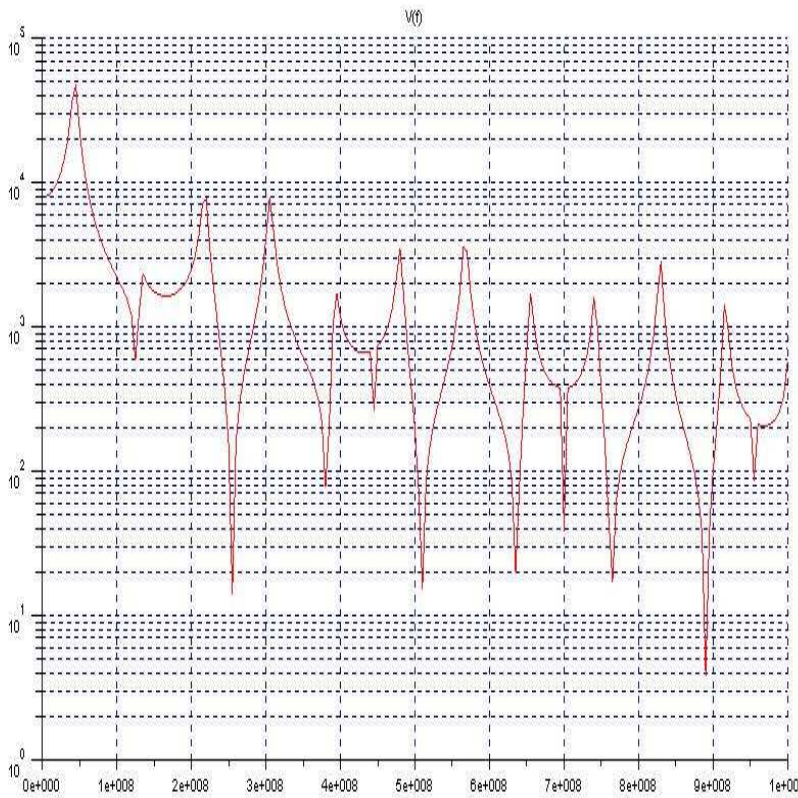
-Simulations pour deux sources :





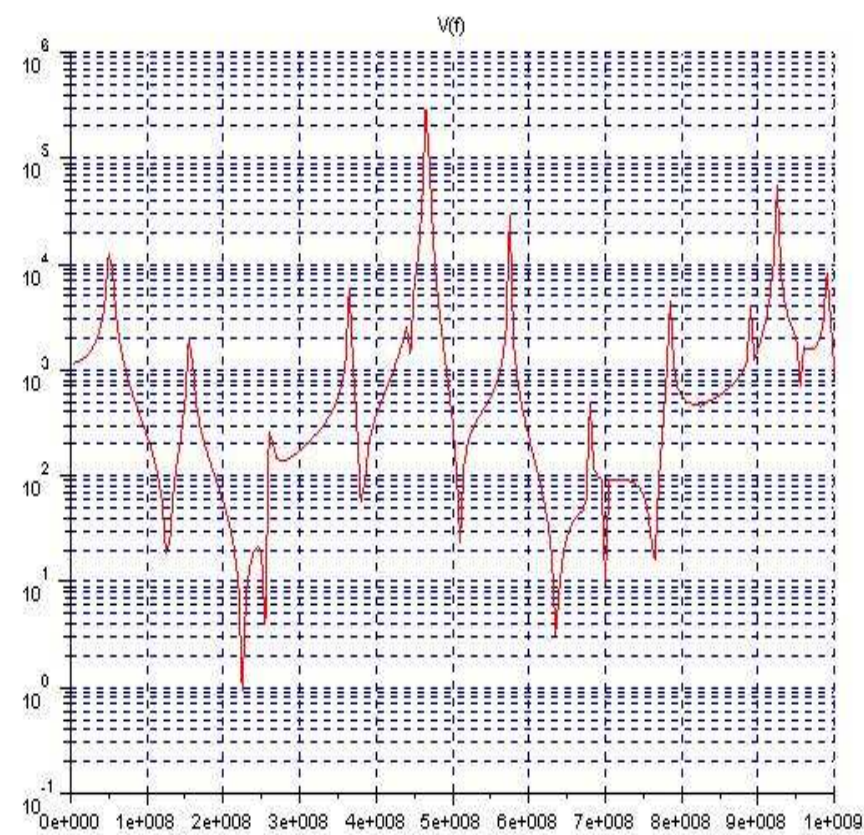
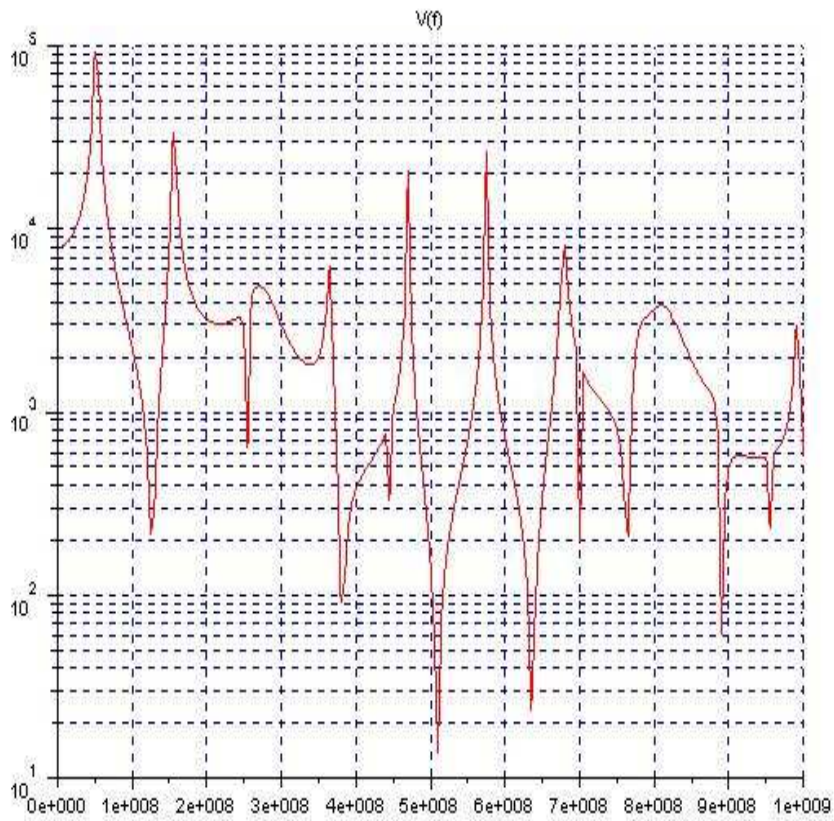
# Simulation sous Scilab

-Comparaison une source/deux sources :



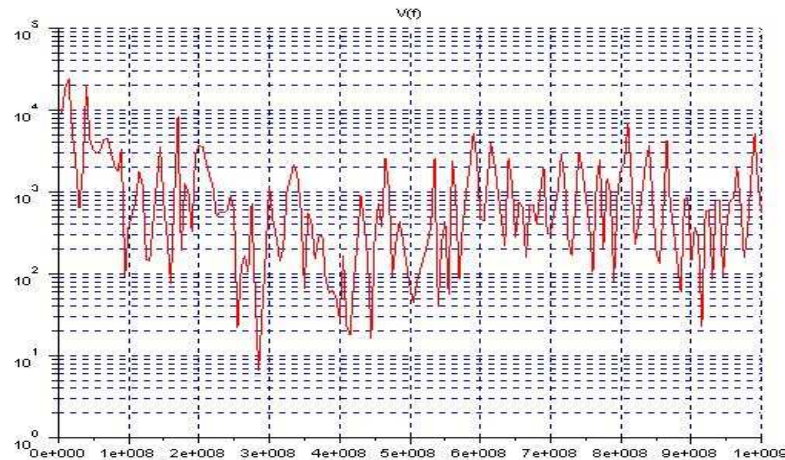
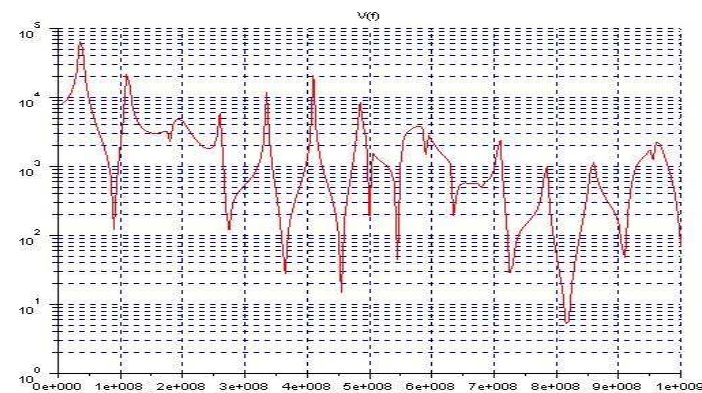
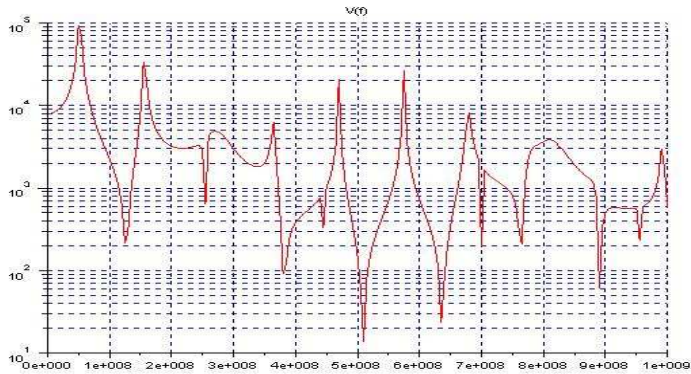
# Simulation sous Scilab

-Comparaison deux sources/deux positions d'antennes d'émission :



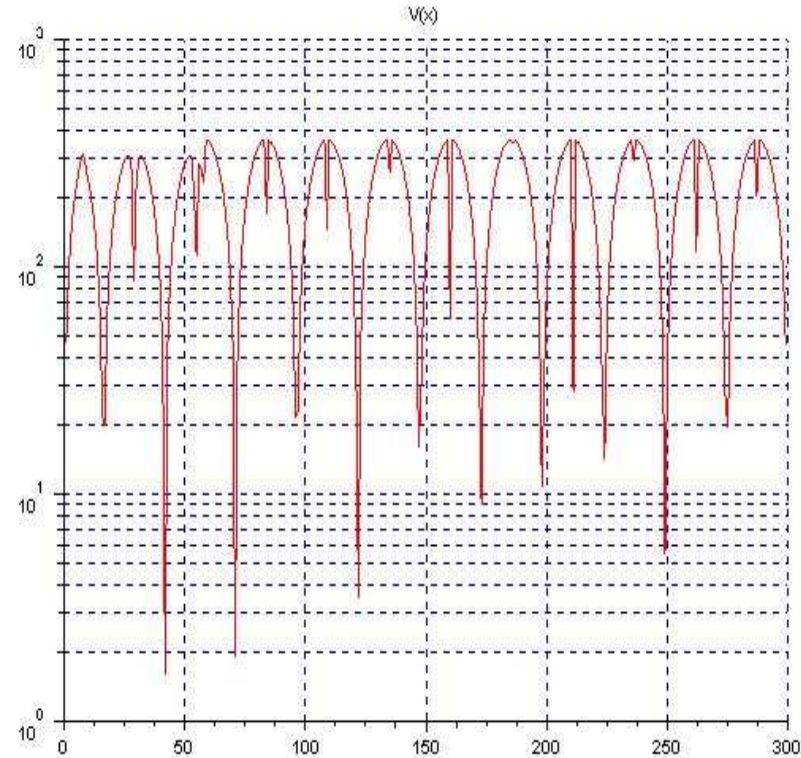
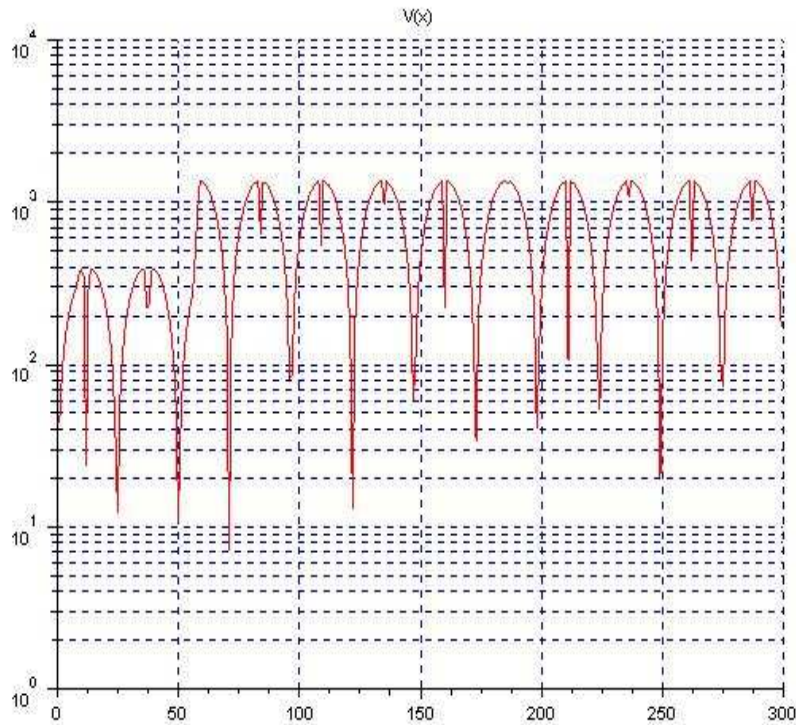
# Simulation sous Scilab

-Comparaison deux sources/influence du brasseur :



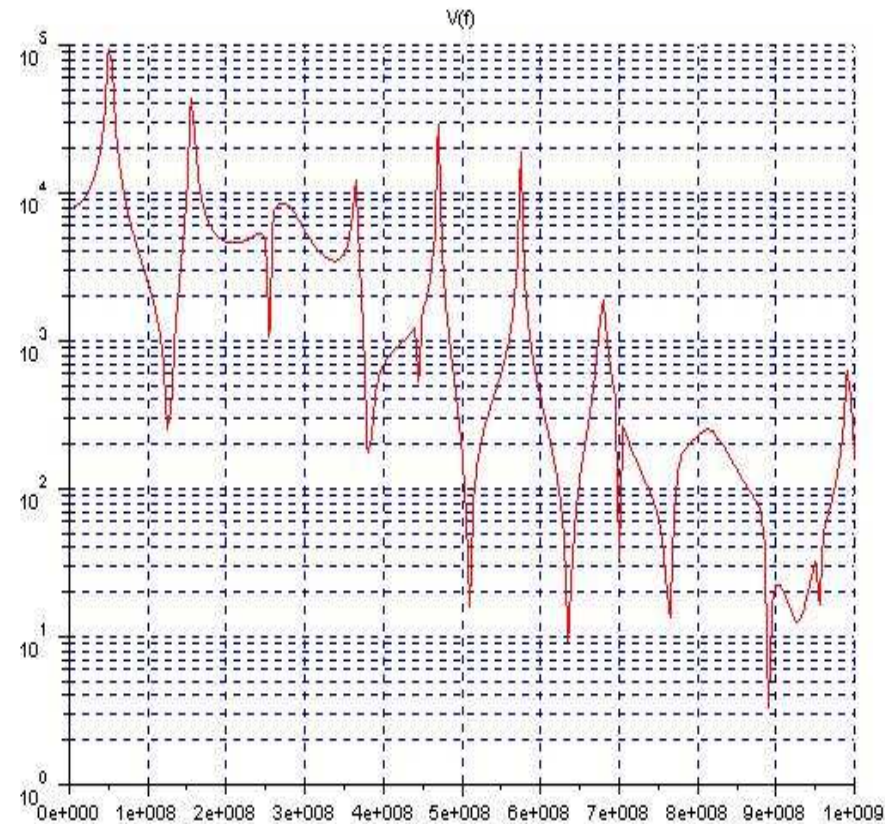
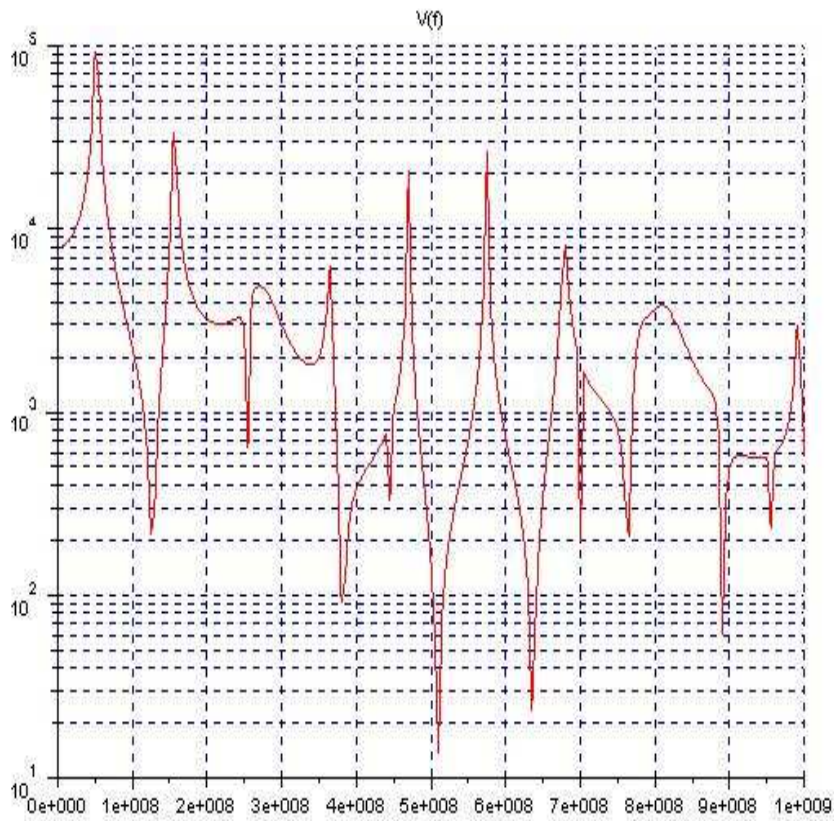
# Simulation sous Scilab

-Comparaison deux sources/influence de la phase :



# Simulation sous Scilab

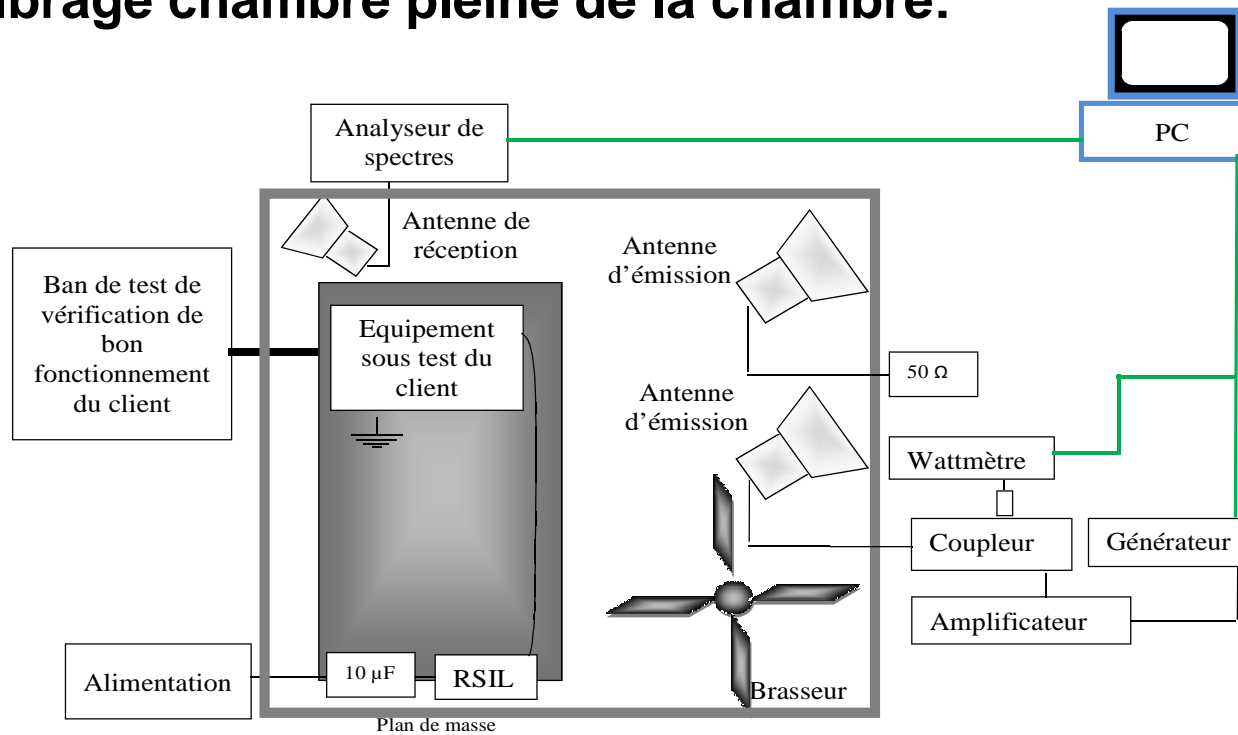
-Comparaison deux sources/influence de la phase :



## Mise en place des essais bi-source

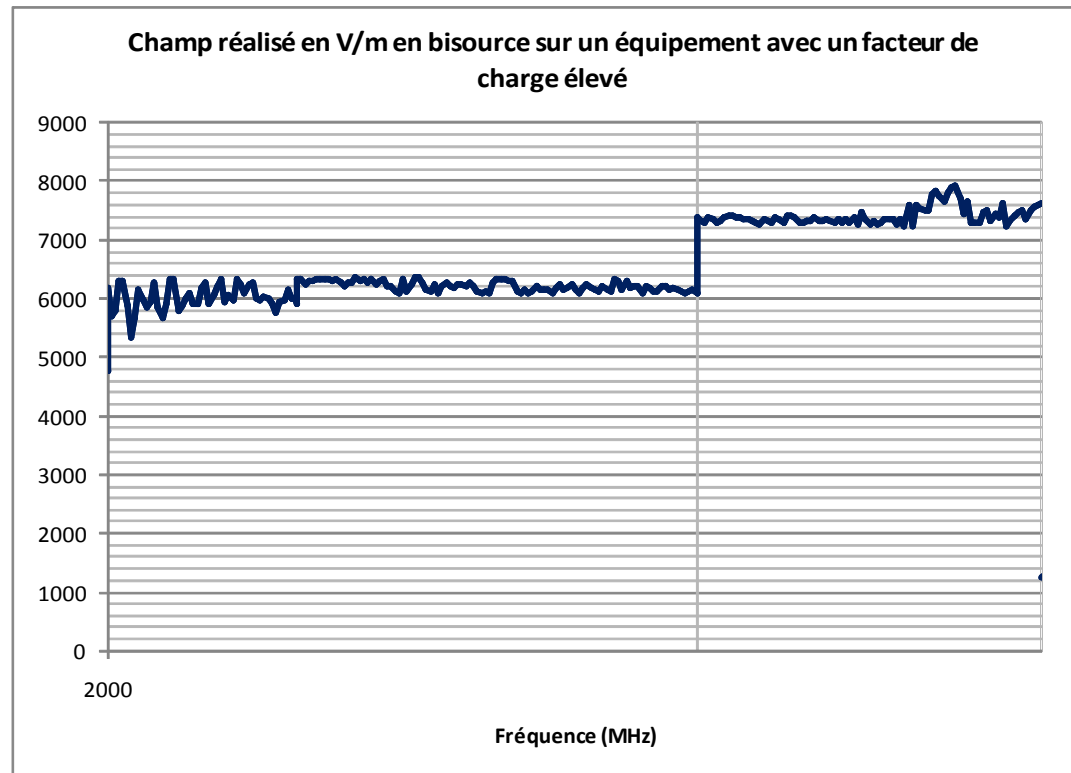
-Validation de l'idée du bi-source par l'expérience pseudo-temporelle et la simulation sous Scilab

-Calibrage chambre pleine de la chambre:



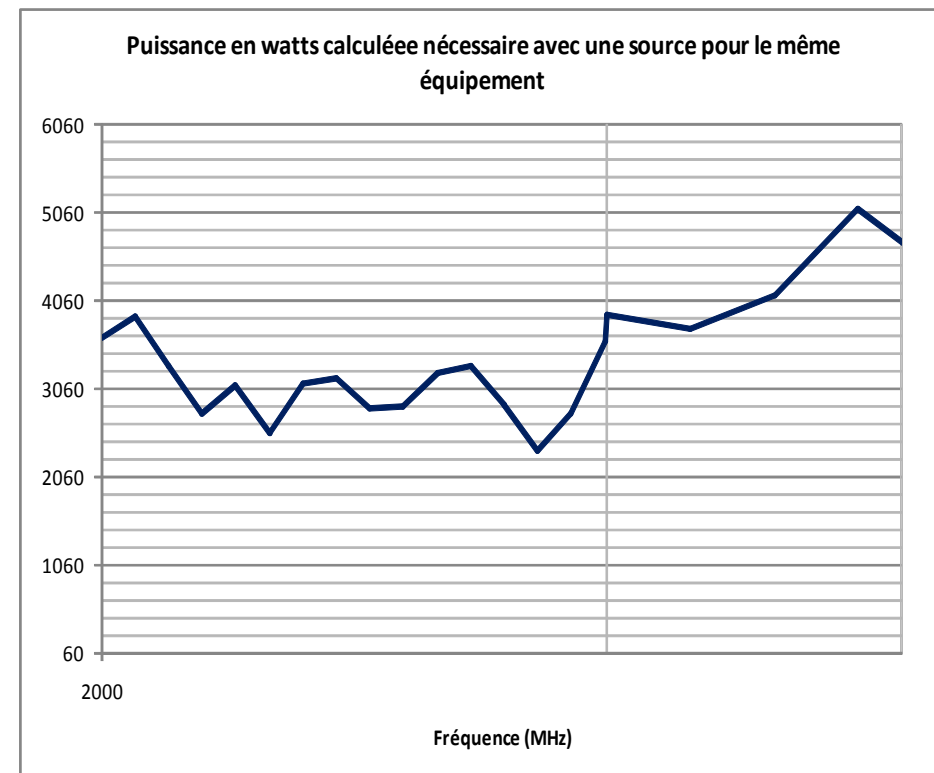
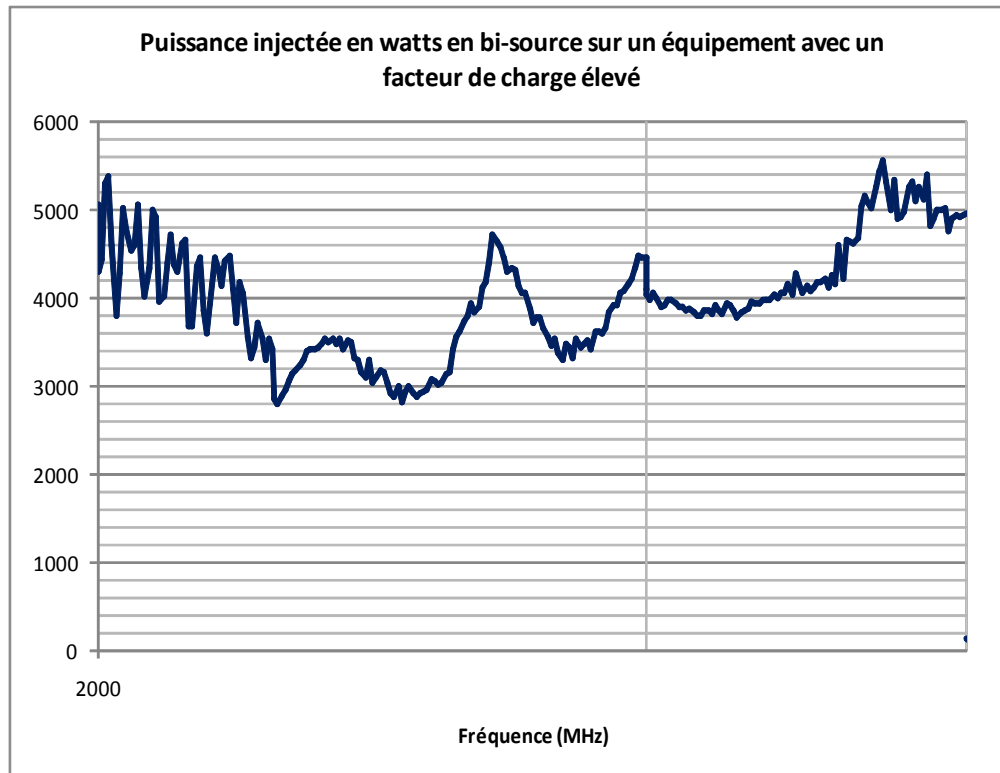
## Mise en place des essais bi-source

-Champ réalisé dans la CRBM en bi-source sur un équipement qui a un facteur de charge élevé:



## Mise en place des essais bi-source

-Comparaison entre la puissance nécessaire avec une source et deux sources:





## Conclusion

**-Méthode réalisable même si le gain en champ électrique apporté par la seconde source ne donne évidemment pas un gain proportionnel à celui en puissance maximum disponible**

**-Méthode facilement réalisable pour des équipements qui chargent beaucoup les CRBMs' :**

**-utilisation des amplificateurs supplémentaires disponibles**

**-pas de dénaturation des propriétés de la CRBM**

**-pas de nécessité de refaire un étalonnage chambre vide**



# Merci de votre attention