

Rétrospective et perspectives en mesures de diffraction* et d'antennes**

*Jean-Michel Geffrin¹, Christelle Eyraud¹, Hassan Saleh^{1,2}

**Pierre Sabouroux¹

¹ Aix-Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, Institut Fresnel, Marseille, France

² Centre Commun de Ressources en Microondes CCRM, 5 rue Enrico Fermi, Marseille 13453, France



Résumé diffraction : La chambre anéchoïque du Centre de Ressources en Micro-ondes (CCRM) a été exploitée depuis son origine pour les mesures de diffraction mais cet équipement est particulièrement malléable puisqu'il permet des mesures d'antennes en champ proche (à 2 m) et en champ lointain (à 10 m) aussi bien que des mesures de Compatibilité ElectroMagnétique (CEM) grâce à l'escamotage des

absorbants du plancher pour la rendre semi-anéchoïque. Les activités de mesure de diffraction ont commencées à prendre à prendre leur essor avec la constitution du premier opus (2001) de la « Fresnel Database » suivi de deux opus (2005 et 2009). Ces mesures destinées au test des algorithmes d'inversion sont mises à disposition de la communauté et constituent toujours une référence internationale. A partir

des années 2004-2005 et jusqu'à aujourd'hui, des activités de mesures liées à l'analogie micro-onde ont également été développées et les performances du dispositif ont été considérablement améliorées, à la fois grâce à des investissements matériels mais aussi grâce à la progression des post-traitements des mesures, au raffinement de son paramétrage, à l'analyse du bruit de mesure et des incertitudes de mesure.

Principe des mesures de diffraction

Contact : J.-M. Geffrin, Jean-Michel.Geffrin@fresnel.fr, 07 82 28 75 93

Mesure du champ avec objet diffractant : E_{tot}

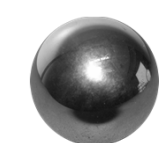
Mesure du champ sans objet diffractant : E_{inc}

Champ diffracté obtenu par soustraction complexe :

$$E_{\text{dif}} = E_{\text{tot}} - E_{\text{inc}}$$

Post-traitement : correction de dérive, passe bas, ...

Etalonnage :



Mesure d'un objet de référence

Calcul des coefficients d'étalonnage

En lien étroit

avec le thème :

Imagerie Avancée et Vivant
Reconstruction Numérique

En lien étroit avec le thème :

Nanophotonique et Couches minces optiques
Nanophotonique

Obtention quantitative du champ diffracté complexe
Capacité rare pour des objets faiblement diffractants

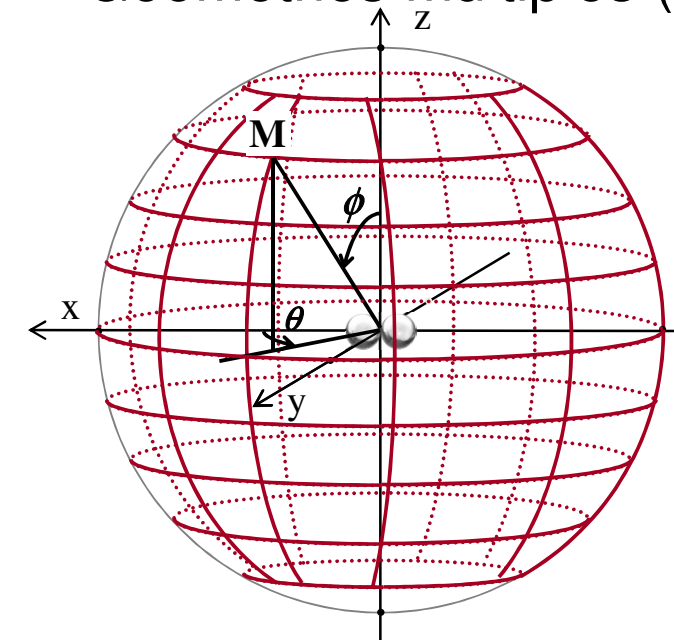
$$d = \lambda/5 \text{ ou } \epsilon = 1.1$$

Capacités de l'équipement

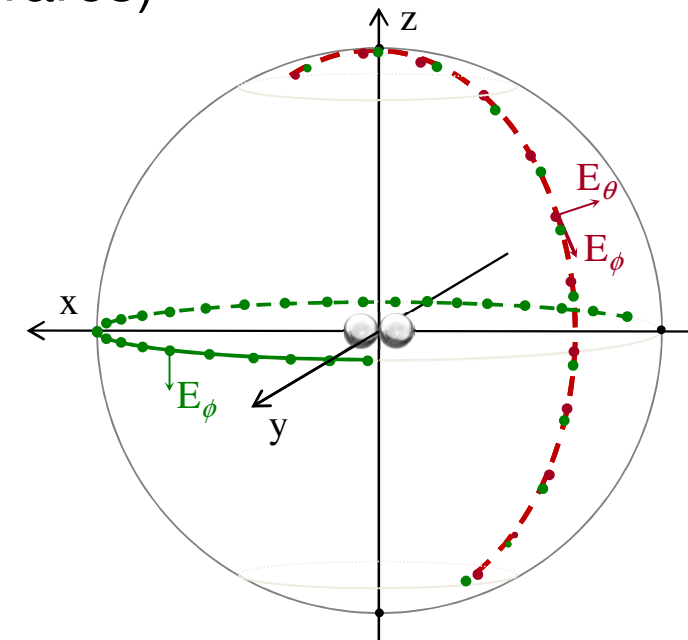
Mesures bistatiques (2 m) et quasi-monostatiques (2 ou 12 m)

Fréquences de travail : [1-20] GHz et bientôt jusqu'à 40 GHz

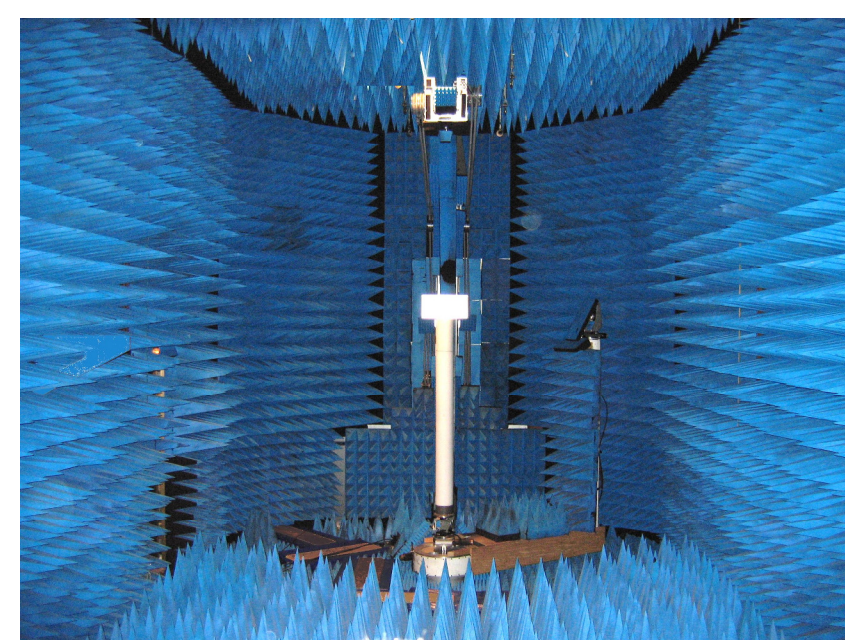
Géométries multiples (et rares)



Positions possibles des source (à 2m)



Positions possibles des récepteurs (à 2m)



Vue prise à proximité des antennes en montage quasi-monostatique à 12m

Perspectives des mesures de diffraction

En élargissant la gamme des possibles en maîtrisant la géométrie et la permittivité sur une large gamme...

● Nature des objets

- Grands : pb d'illumination à régler
- Petits : sensibilité (en bonne voie)
- Homogènes par morceaux (en bonne voie)
- A gradient de permittivité
- Anisotropes, ...

● Permittivités plus variées

- Faibles valeurs (en bonne voie)
- Fortes valeurs (travail en cours)
- Partie imaginaire (à maîtriser)
- Brevet avec le CTTM*

● Projets

- FETPRO-ACT (resoumis début 2017)
- ANR Disperados (resoumis)
- Plateforme ?

● Collaborations en cours

- R. Vaillon (CETHIL, depuis 12 ans)
- F. Moreno (Univ Santander)
- J. Saenz (Univ Madrid)
- J. Dauchet (Institut Pascal / FedéSol)
- H. Roussel (L2E)
- A. Coudreuse et C. Leroux (CTTM)
- J.-B. Renard (LPC2E)
- J. Yon (CORIA)
- F. Enguehard (Centrale-Supélec)
- W. Kofman, A. Hérique (IPAG)
- ...

*Centre de Transfert de Technologies du Mans

Références

- [1] Geffrin J.-M. et al., "3-D Imaging of a Microwave Absorber Sample From Microwave Scattered Field Measurements", IEEE MWCL, Vol. 25, Issue 7, p 472-474, 2015
- [2] Eyraud C., Geffrin J.-M., Litman A. et al., "Complex Permittivity Determination From Far-Field Scattering Patterns", IEEE AWPL, Vol. 14, p. 309-312, 2015
- [3] Bellez S. et al., "A rigorous forest scattering model validation through comparison with indoor bistatic scattering measurements", PIERB 33, p 1-19, 2011
- [4] Eyraud C., Hérique A., Geffrin J.-M. et al., "Imaging of a scaled comet model from lab experiments", CAMA Antibes, NOV 16-19, 2014

- [5] Barreda A. et al., "Electromagnetic polarization-controlled perfect switching effect with high-refractive-index dimers and the beam-splitter configuration", NATURE COM., Vol. 8, Art. N° 13910, 2017
- [6] Tribelsky M., et al., "Directional Fano resonances in light scattering by a high refractive index dielectric sphere", PRB, Vol. 94, Issue: 12, Art. N° 121110, 2016
- [7] Tribelsky M., et al., "Small Dielectric Spheres with High Refractive Index as New Multifunctional Elements for Optical Devices" SCI REP, Vol 5, Art N° 12288, 2015
- [8] Geffrin J.-M., Garcia-Camara B., Gomez-Medina R., et al., "Magnetic and electric coherence in forward- and back-scattered electromagnetic waves by a single dielectric subwavelength sphere", NATURE COM., Vol. 3, Art. N° 1171, 2012

- [9] Vaillon R., Geffrin J.-M., "Recent advances in microwave analog to light scattering experiments", JQSRT, Vol. 146, p. 100-105, 2014
- [10] Eyraud C., et al., "Polarization effects in 3D vectorial-induced current reconstructions", JOSA-A, Vol. 30, Issue: 10, p. 1967-1974, 2013
- [11] Rolly B., et al., "Controllable emission of a dipolar source coupled with a magneto-dielectric resonant subwavelength scatterer", SCI. REP, Vol. 3, Art. N° 3063, 2013
- [12] Eyraud C., et al., "3D-Aggregate Quantitative Imaging: Experimental Results and Polarization Effects", IEEE TAP, Vol. 59, Issue: 4 p. 1237-1244, 2011

Caractérisations d'antennes

Contact : P. Sabouroux, Pierre.Sabouroux@fresnel.fr, 06 95 18 40 74

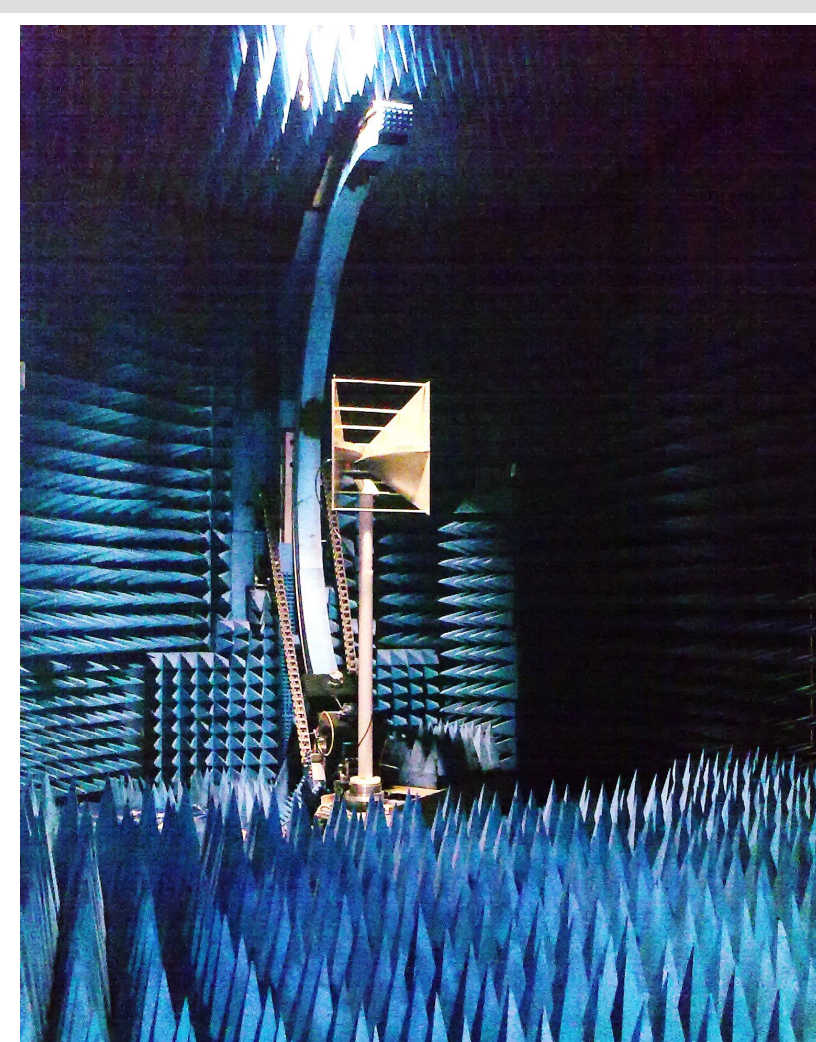
Validations de nouveaux concepts antennaires

Vérifications de performances

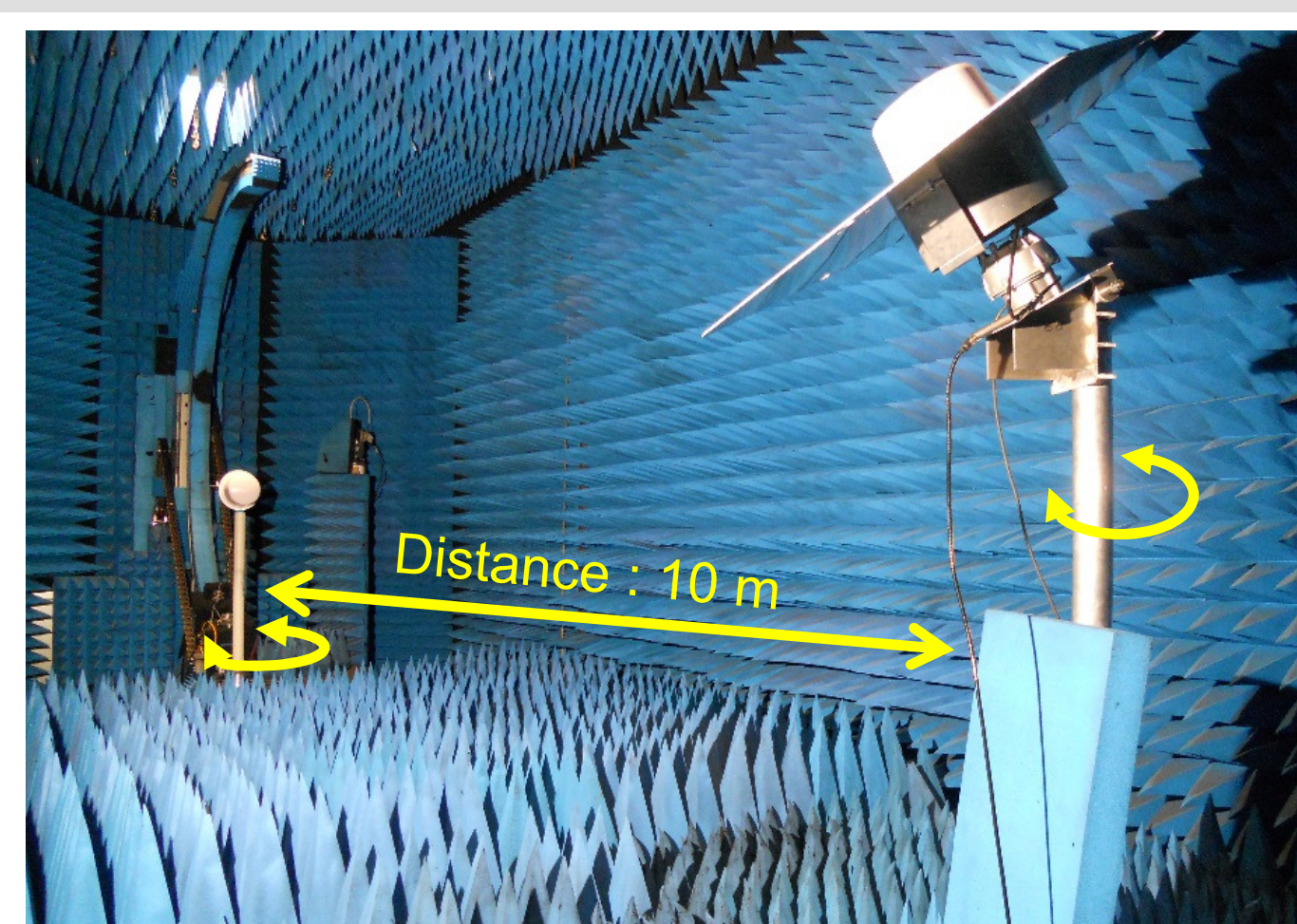
Directivités, gains, adaptation, polarisation
Fréquences : de 700 MHz à 18 GHz

Collaborations industrielles

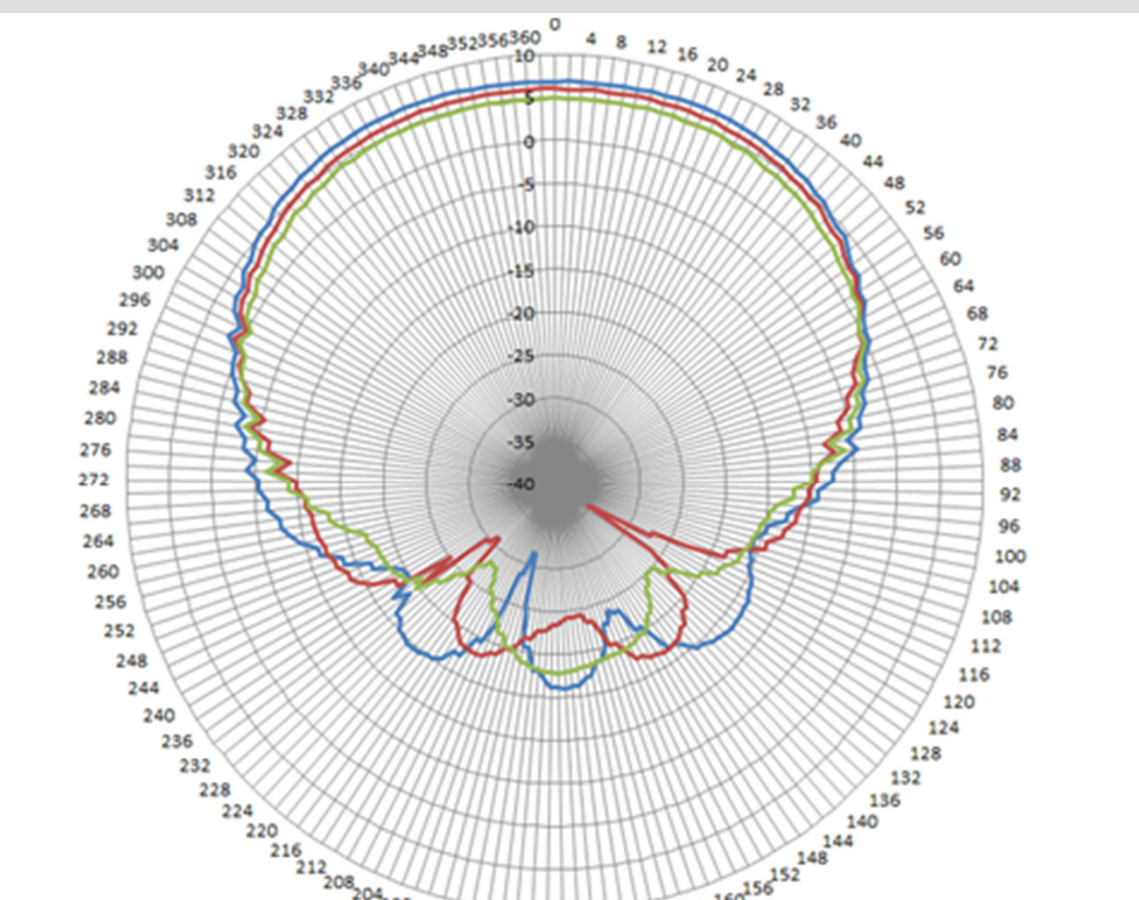
FT-Antenna (Reims), Oxytronics (Aubagne)



Antenne de référence 200 MHz – 2 GHz



Caractérisation d'antenne en polarisation linéaire entre 800 MHz et 1 GHz.



Exemple de diagrammes de directivité pour une antenne en polarisation linéaire entre 800 MHz et 1 GHz.

Référence

Georget E., Abdeddaim R., Sabouroux P., "New Method to Design a Multi-Band Flexible Textile Antenna", IEEE Antennas and Propagation Magazine, Vol. 56, Issue: 3, 2014