

Institut Fresnel

UMR 6133

Équipe HIPE

*Hyperfréquences,
Instrumentation, Processing et Expérimentations*

2006-2010



Moyens Humains



McF UPCAM
(depuis 2008)



McF UP



IR CNRS

5 Permanents

7 Doctorants

1.3 Post-Doc, 1 ATER

**Pour les 4,5 ans considérés
pour l'évaluation**

= 7,4 ETPR

Soit 1,6 ETPR / an en moyenne

Thèmes de Recherche

Instrumentation hyperfréquence
[0.3 – 40] GHz

Imagerie
en espace
libre

Imagerie
en milieu
confiné

Imagerie
d'objets
enfouis

Caractéri-
sation
EM

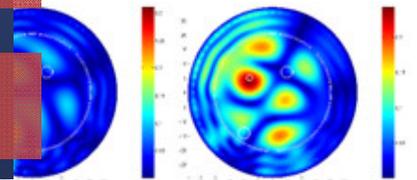
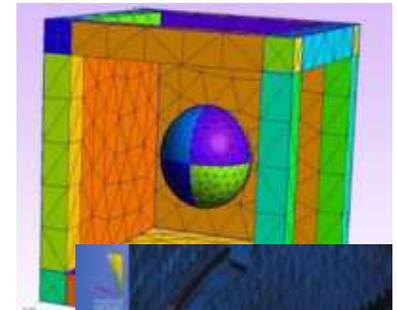
Design et **conception** d'appareils de mesure dédiés

Mesures vectorielles de champs électromagnétiques

Modélisation des phénomènes de propagation et de diffraction

Calibration

Méthodes **d'inversion** et d'imagerie



Imagerie en espace libre

Mesures / Calibration

Espace libre	Milieu confiné	Objets enfouis	Carac. EM
	Conception		
	Mesures		
	Modélisation		
	Calibration		
	Inversion		



CCRM
(14 x 6.5 x 6.5) m³
[0.5 – 26] GHz

$\varnothing 50.8 \text{ mm} \approx 1.6 \lambda \text{ à } 10 \text{ GHz}$

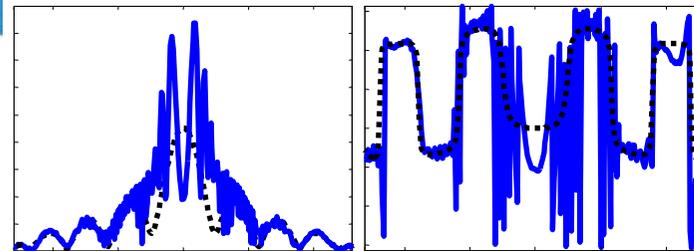


$\epsilon_r = 2.60$

Champ diffracté mesuré calibré vs Mie

Amplitude (lin.)

Phase

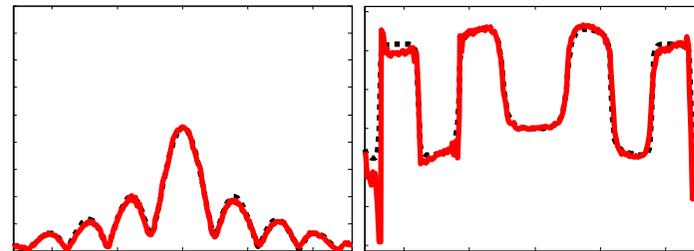


Angles de réception

Champ diffracté mesuré calibré corrigé vs Mie

Amplitude (lin.)

Phase



Angles de réception

➔ Correction de dérive par minimisation de bande spectrale
Calibration par un seul coef complexe

1 thèse (2003-2006)

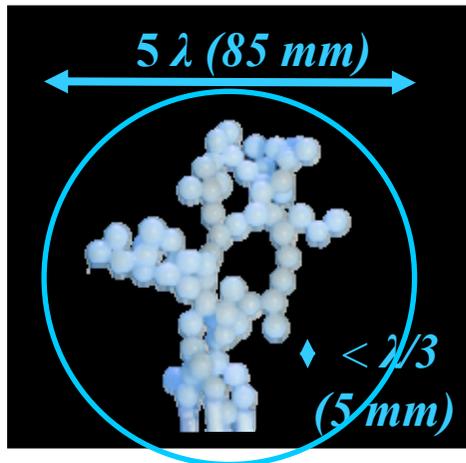
Imagerie en espace libre

Mesures / Calibration / Modélisation

Espace libre	Milieu confiné	Objets enfouis	Carac. EM
	Conception		
	Mesures		
	Modélisation		
	Calibration		
	Inversion		

ANR Blanche SOOT (2006-2010)
Analyser la croissance de particules de suies
PC2A – CETHIL – CORIA - PHLAM

Suies pour l'analogie
optique/microonde



à 18 GHz

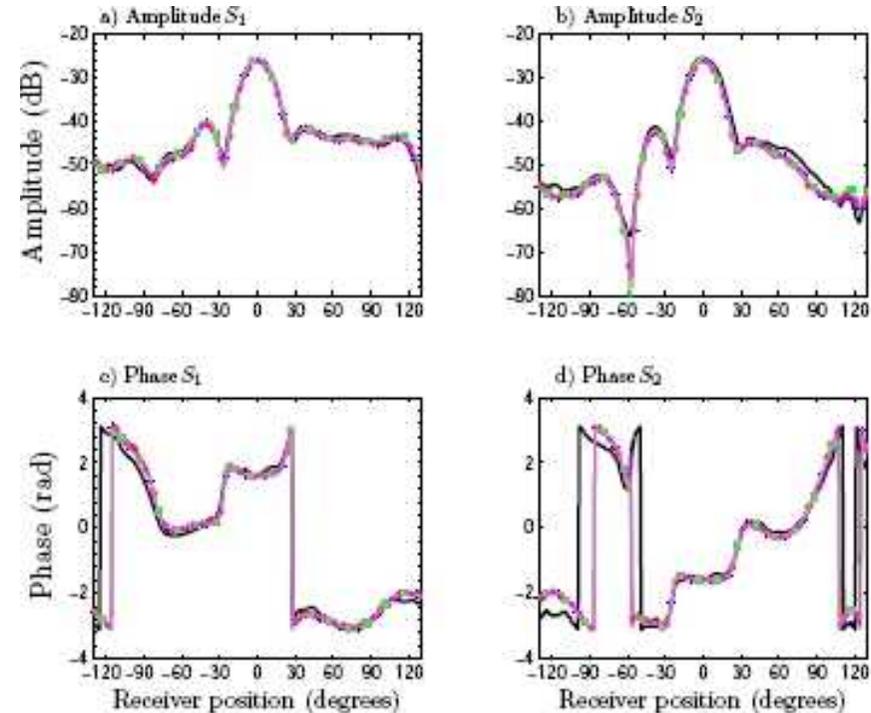
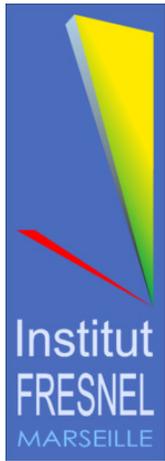


Fig. 10. Amplitude and phase of S_1 and S_2 matrix elements at 20 GHz in IP configuration. (—) Experiment, (—♦) T-Matrix Mackowski, (—■) ddsca7.0, (—♦) MoM, (—♦) T-Matrix Stout.

[Sabouroux et al., JQSRT, 2007]
[Merchiers et al., APL, 2009],
[Merchiers et al., Optic Express, 2010]
www.fresnel.fr/3Ddirect/database.php

Coll. CLARTE



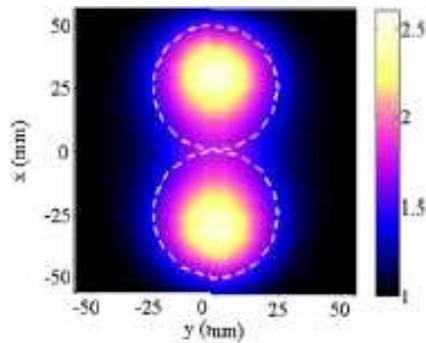
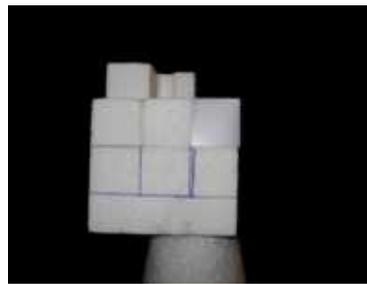
Imagerie en espace libre

Modélisation / Inversion

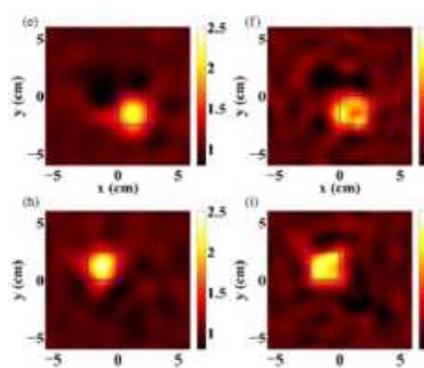
INVERSE PROBLEMS 2009
 Special Section on Testing Inversion Algorithms
 Against Experimental Data: 3D Targets

Espace libre	Milieu confiné	Objets enfouis	Carac. EM
	Conception		
	Mesures		
	Modélisation		
	Calibration		
	Inversion		

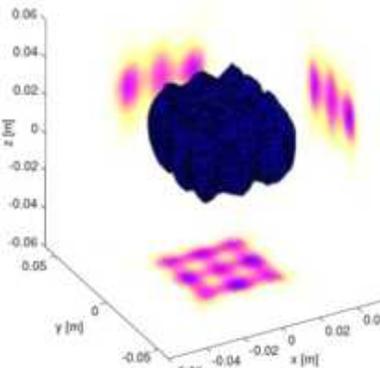
[Litman et al., IP, 2009]
 [Geffrin et al., IP, 2009]



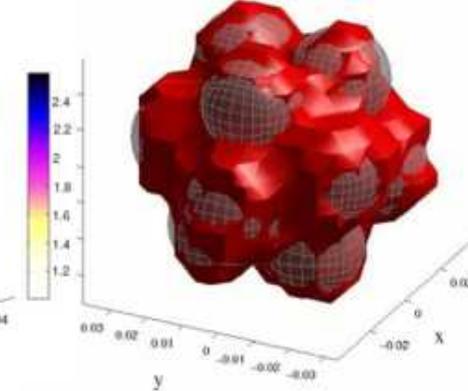
Inversion avec prise en compte du bruit de mesure
 [Eyraud et al., IP, 2009]



P. Chaumet & K. Belkebir
 (Institut Fresnel)
 Coll. SEMO



I. Catapano & L. Crocco
 IREA (Italie)

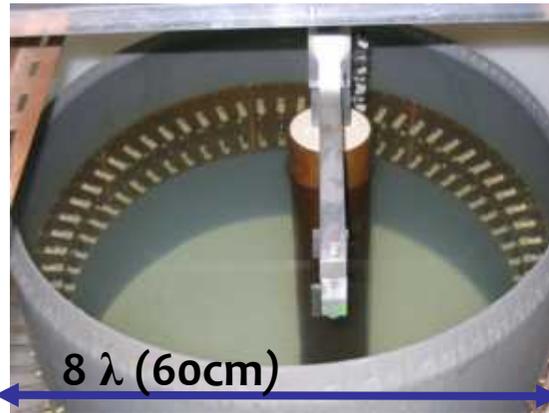


J. de Zaeytjij & A. Francois
 INTEC (Belgique)

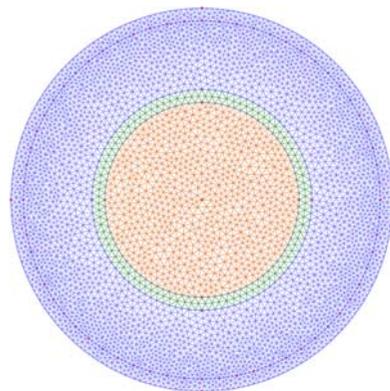
Imagerie en milieu confiné

Mesures / Calibration / Modélisation

Espace libre	Milieu confiné	Objets enfouis	Carac. EM
			Conception
			Mesures
			Modélisation
			Calibration
			Inversion

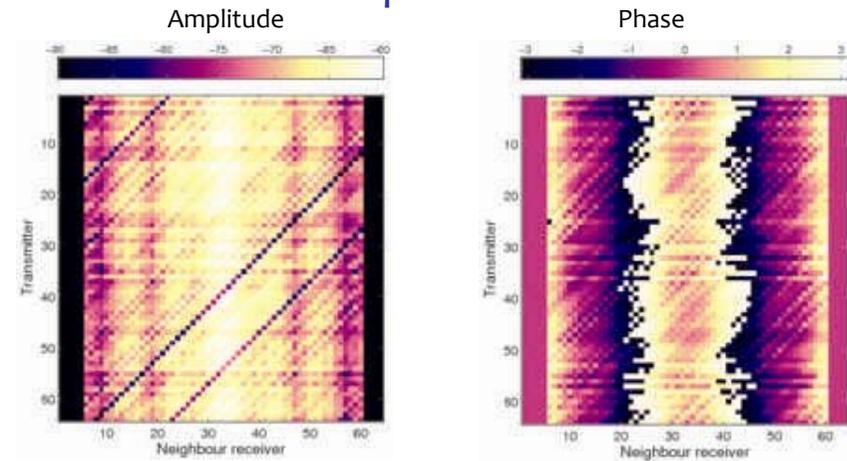


Réseau de 64 antennes multiplexées à 434 MHz, dans l'eau

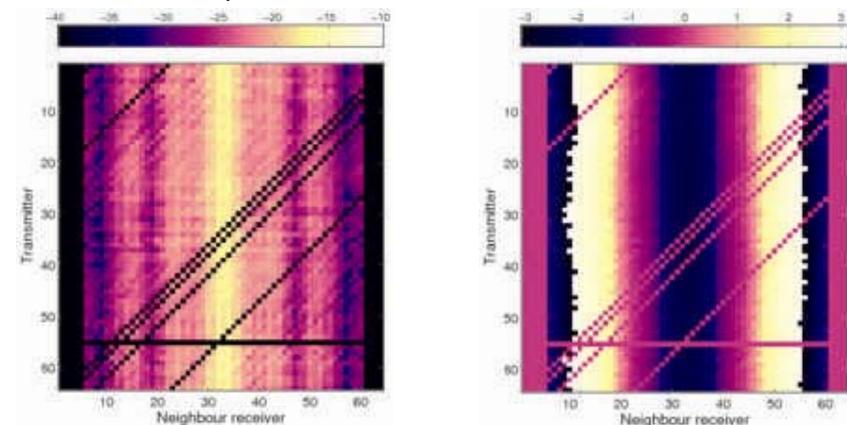


Code FEM 2D
développé en interne

Champ diffracté mesuré



Champ diffracté mesuré calibré

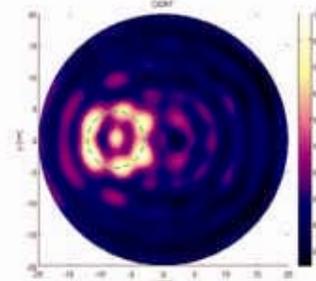
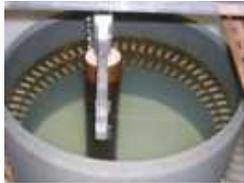


Imagerie en milieu confiné

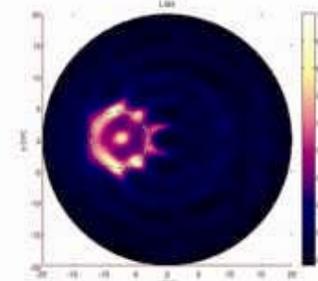
Mesures / Modélisation / Inversion

Espace libre	Milieu confiné	Objets enfouis	Carac. EM
			Conception
			Mesures
			Modélisation
			Calibration
			Inversion

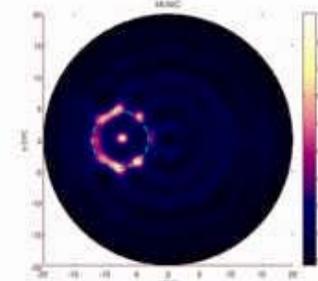
- Codes d'inversion qualitatifs



EDORT



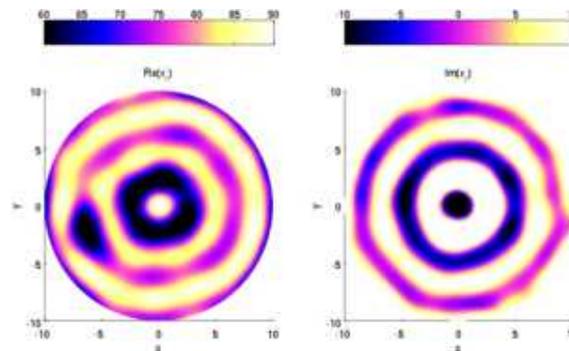
LSM



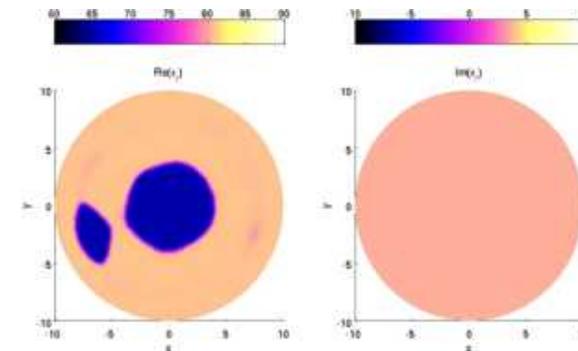
MUSIC

1 thèse (2005-2008)

- Codes d'inversion quantitatifs



Sans info a-priori



Projection Zernike / Level-set

Imagerie en milieu confiné

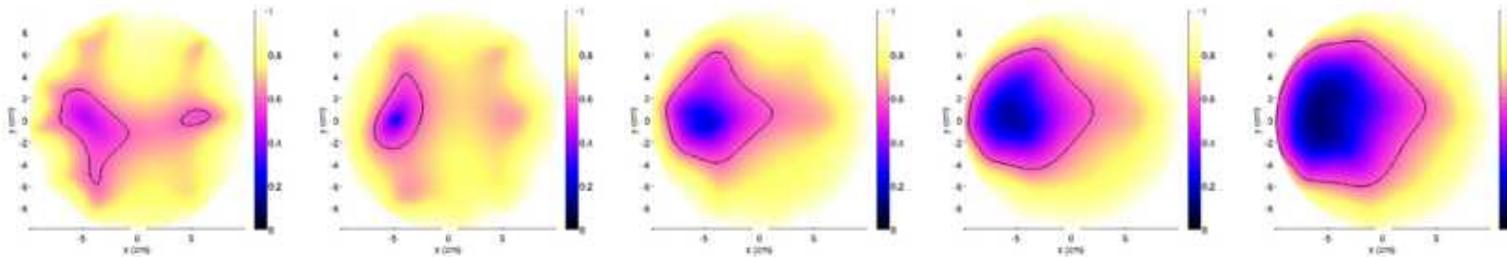
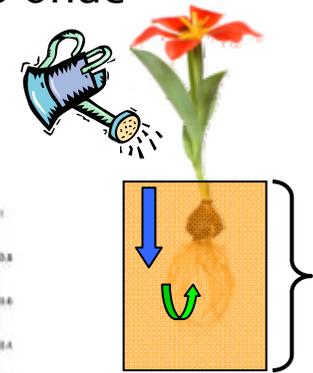
Mesures / Modélisation / Inversion

Espace libre	Milieu confiné	Objets enfouis	Carac. EM
			Conception
			Mesures
			Modélisation
			Calibration
			Inversion

ANR Jeune Chercheur CESAR (2006-2010)

Visualiser l'écoulement de l'eau dans le sol par tomographie micro-onde
EMMAH (INRA), INTEC, CEREGE

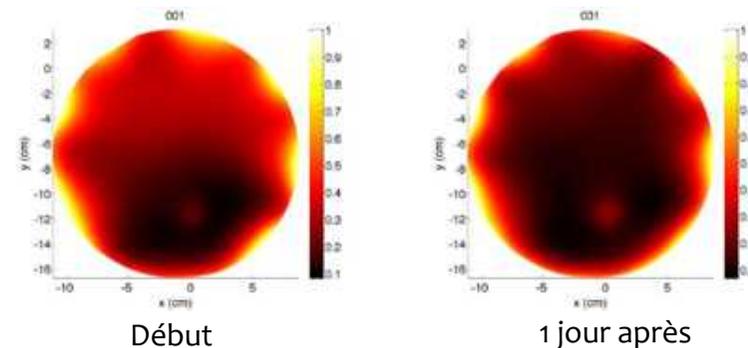
- Modélisation multiphysique

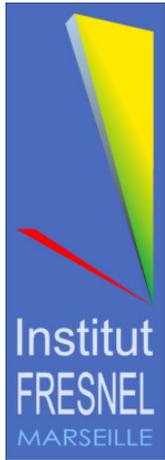


Visualisation de l'écoulement de l'eau au cours du temps par la Linear Sampling Method (LSM)

1 thèse (2007-2010)

- Expérimentation multiphysique





Imagerie d'objets enfouis

Chambre à balayage plan

Espace libre	Milieu confiné	Objets enfouis	Carac. EM
Conception			
Mesures			
Modélisation			
Calibration			
Inversion			

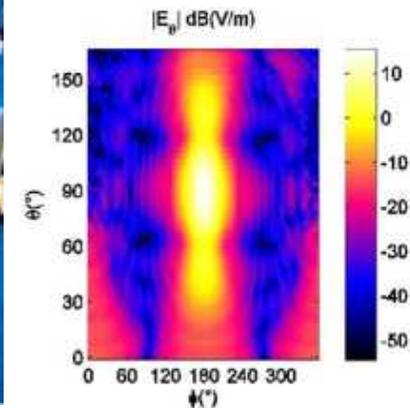
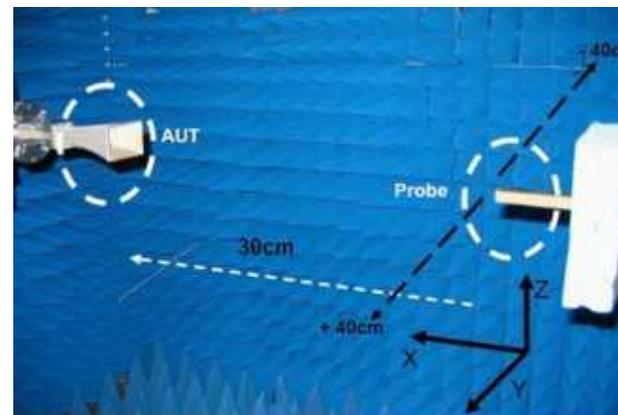
Montage financier multipartenaire: Région, Universités, CNRS



$(3 \times 3 \times 3) \text{ m}^3$
 $[0.5 - 40] \text{ GHz}$

Finalisation de la mise en place du dispositif
à l'été 2008

1 PostDoc
Premiers tests expérimentaux

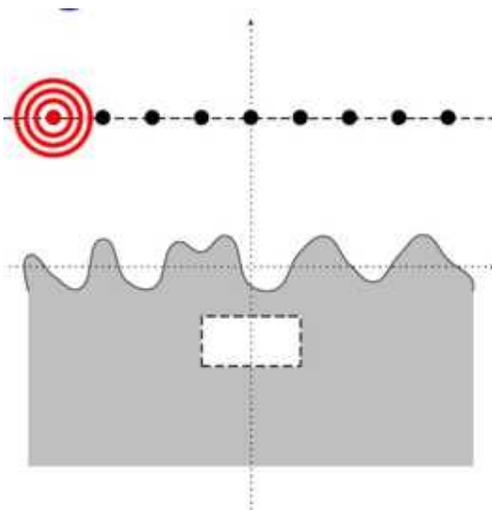


Imagerie d'objets enfouis

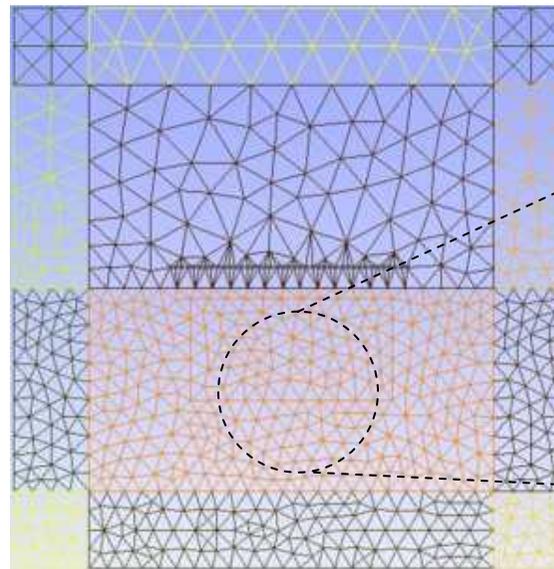
Modélisation / Inversion

Espace libre	Milieu confiné	Objets enfouis	Carac. EM
Conception			
Mesures			
Modélisation		▨	
Calibration			
Inversion		▨	

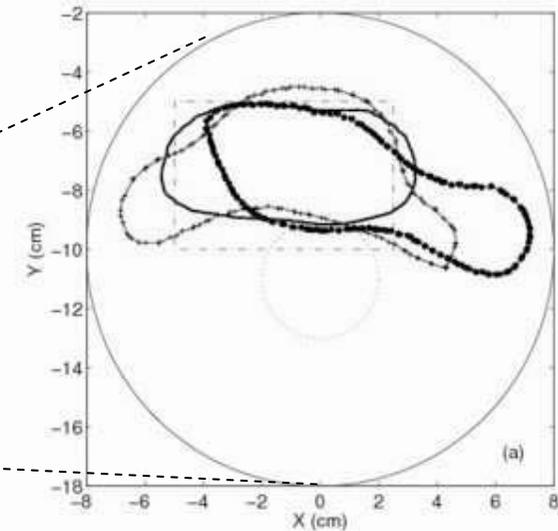
Localisation/Caractérisation d'objets faiblement enfouis
sous une interface rugueuse



Coll. LSEET, SEMO



Code 2D FEM
développé en interne

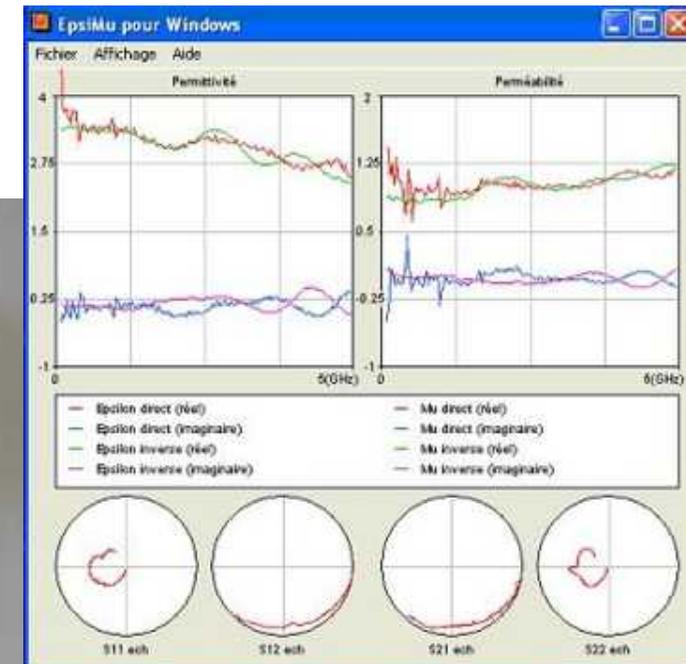


Inversion par level-set
avec prise en compte
de différentes interfaces air/sol
1 thèse (2003-2006)

Caractérisation EM

Cellules EpsiMu®

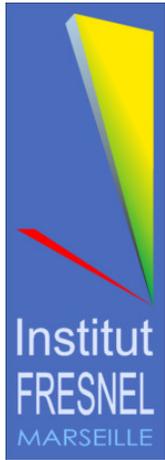
Espace libre	Milieu confiné	Objets enfouis	Carac. EM
Conception			
Mesures			
Modélisation			
Calibration			
Inversion			



1 thèse (2007-2010)

Mesures de la permittivité de plastiques, de sable, de ciment, de gel d'agar,
Coll. ISL, LCPC, CEA Saclay

[D. Ba et al., MOTL, 2010]



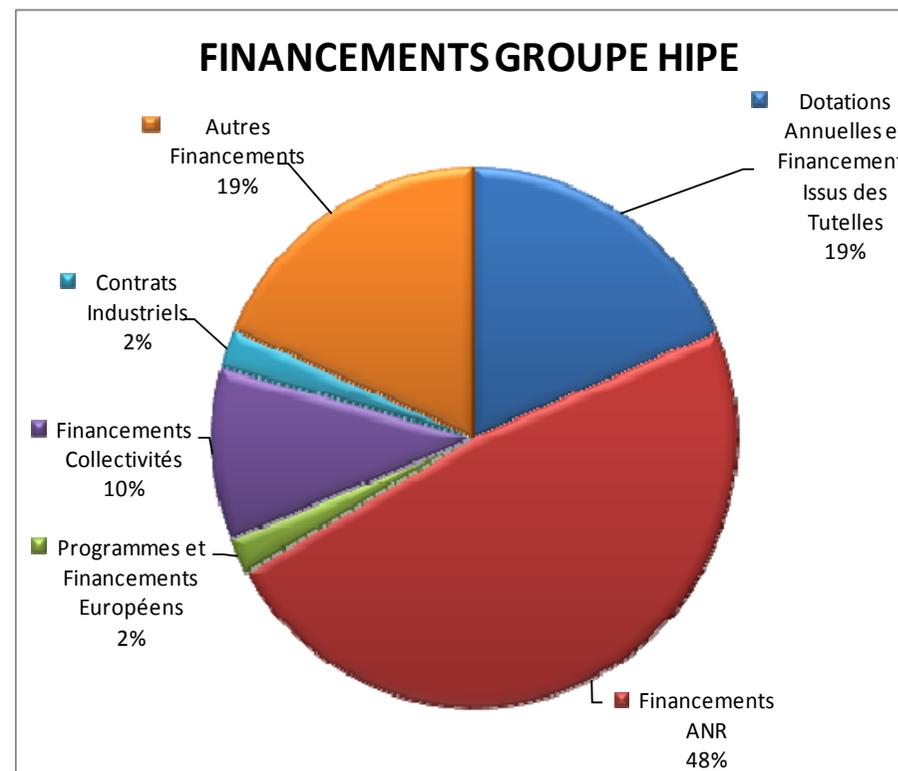
Production Scientifique

- **ACL** (*Articles dans revues internationales ou nationales avec comité de lecture*) **29**
- **INV** (*Conférences données à l'invitation du Comité d'organisation*) **1**
- **ACTI** (*Communications avec actes dans congrès international*) **11**
- **COM** (*Communications orales sans actes dans congrès international ou national*) **22**
- **AP** (*Autre Production ou Média*) **2**

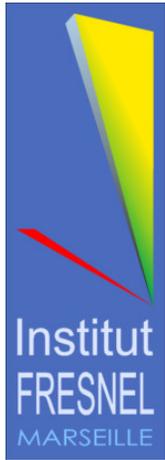
Recettes

Récapitulatif des Financements

Dotations Annuelles et Financements issus des Tutelles	65 896 €
Financements ANR	169 499 €
Programmes et Financements Européens	7 500 €
Financements Collectivités	36 354 €
Contrats Industriels	8 373 €
Autres financements	65 000 €
TOTAL	352 622 €



ANR Jeunes Chercheurs (2006-2010)
ANR Blanche (2006-2010)



Rayonnement - Collaborations

- **Collaborations nationales**

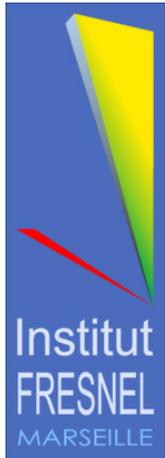
- *Electromagnétisme: LSEET, IETR, L2S, Anritsu, Thalès, CEA, ...*
- *Agronomie: EMMAH-INRA, CEREGE (ANR Cesar)*
- *Thermique: CETHIL (ANR Soot)*
- *Astrophysique: LAOG (PID Origine des planètes et de la vie)*

- **Collaborations internationales**

- *IREA-CNR, DIMET (Italie)*
- *INTEC (Belgique)*
- *Cybernetics Institute (Azerbaijan)*

- **Conférences**

- *Organisation d'une session à IGARSS 2008 et à IPMS 2008*
- *Chairman de plusieurs sessions (IPMS 2008, IGARSS 2008, GPR2010)*



Rayonnement - Collaborations

- **Prix et Distinctions**

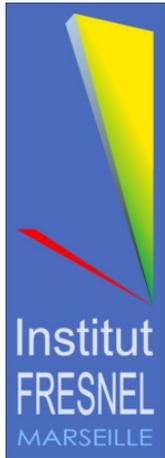
- *Challenge ITECH en 2010 pour la mesure de peintures innovantes*

- **Membres de comités éditoriaux**

- *Session Spéciale dans « Inverse Problems » en 2009*

- **Activités d'intérêt collectif**

- *Base de données de mesures de diffraction en libre accès*
- *P. Sabouroux Vice-Président du CCRM*
- *P. Sabouroux représentant du Président de UP auprès de ValorPACA*
- *Recrutement (Commissions de Spécialistes, de Sélection)*
- *Enseignement à Polytech (Responsables Recrutement, Stages, Conseils de Département, ...)*
- *Vie locale (ACMO, Membres du Conseil de Laboratoire)*



HdR – Thèses – Devenir Doctorants

- Habilitations à diriger des Recherches : 2

+1 la semaine prochaine

- Thèses en cours : 3

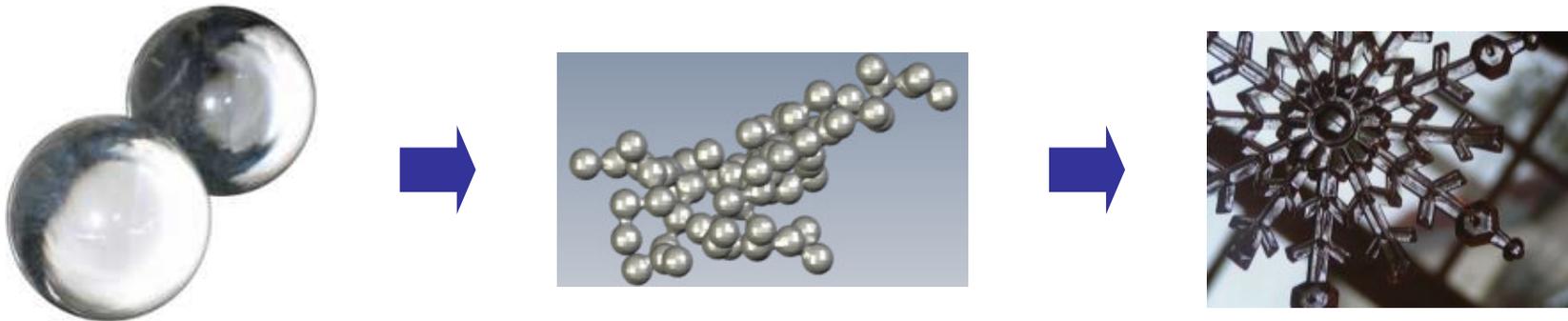
- Thèses soutenues entre 2006 et 2010 : 4

- Insertion professionnelle des doctorants :

- Thésards ➡ 2 Ingénieurs R&D, 1 McF UPCAM chez nous, 1 Prof Sup-Spé
- Post-doc ➡ McF à Supélec

PROJET HIPE

- Utiliser la grande chambre comme instrument de « modélisation » ultime, en amélioration constante



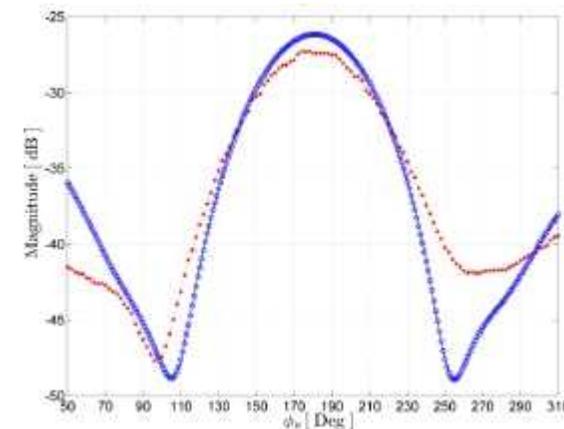
- Atteindre le même niveau de maturité pour tous les instruments

Espace libre

Vers des objets réalistes

Espace libre	Milieu confiné	Objets enfouis	Carac. EM
/	Conception		
	Mesures		
	Modélisation		
	Calibration		
	Inversion		

- Diffraction par des arbres (coll. L2S/L2E)



Comparaisons à 13.4 GHz
(Courtesy of S. Bellez)

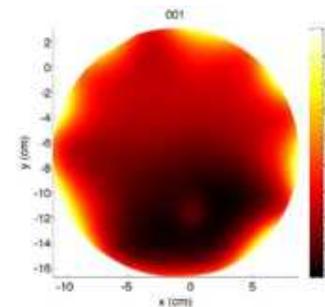
- Diffraction/Caractérisation d'agrégats à pertes
 - ➔ 1 ANR Blanche en cours de dépôt
coll. CETHIL, LAOG, CTTM, L2E
- Diffraction par des méta-matériaux actifs
 - ➔ 1 ANR Blanche en cours de dépôt
coll. Langevin, CLARTE

Imagerie en milieu confiné

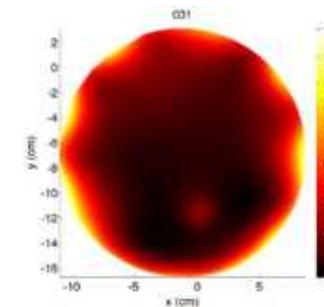
Vers un système optimisé

Espace libre	Milieu confiné	Objets enfouis	Carac. EM
			Conception
			Mesures
			Modélisation
			Calibration
			Inversion

- Améliorer le design



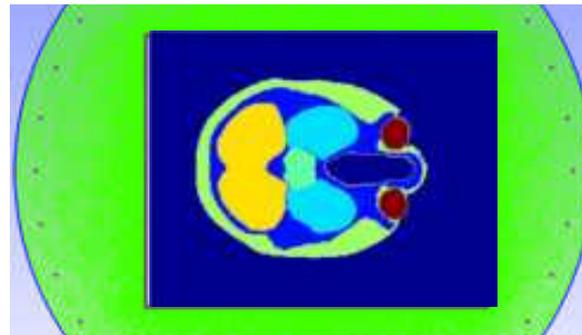
Début



1 jour après

➡ 1 poste McF profil expérimental pour 2011

- Extension à l'imagerie biomédicale multi-modale



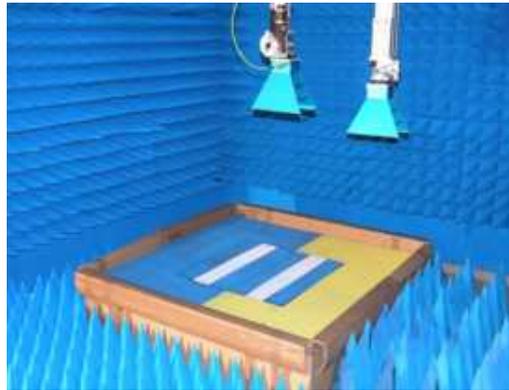
➡ Contrat CEA-Saclay / NeuroSpin

Objets enfouis

Vers une véritable imagerie du proche sous-sol

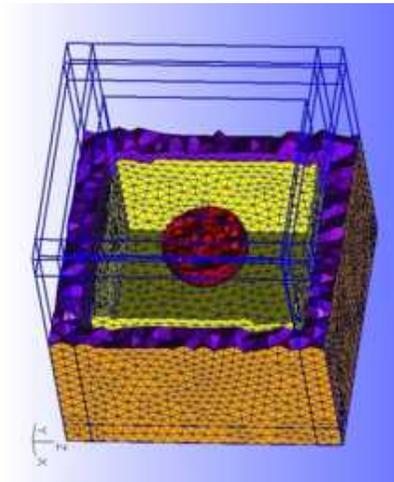
Espace libre	Milieu confiné	Objets enfouis	Carac. EM
Conception			
Mesures			
Modélisation			
Calibration			
Inversion			

- Vers une validation expérimentale



1 thésard expérimental (2010-2013)
1 ANR JC en cours de dépôt
Contacts Veolia

- Vers une modélisation plus réaliste



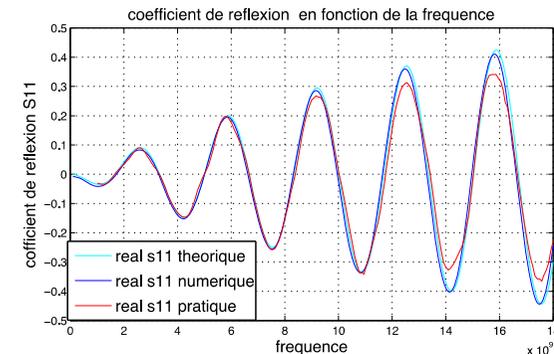
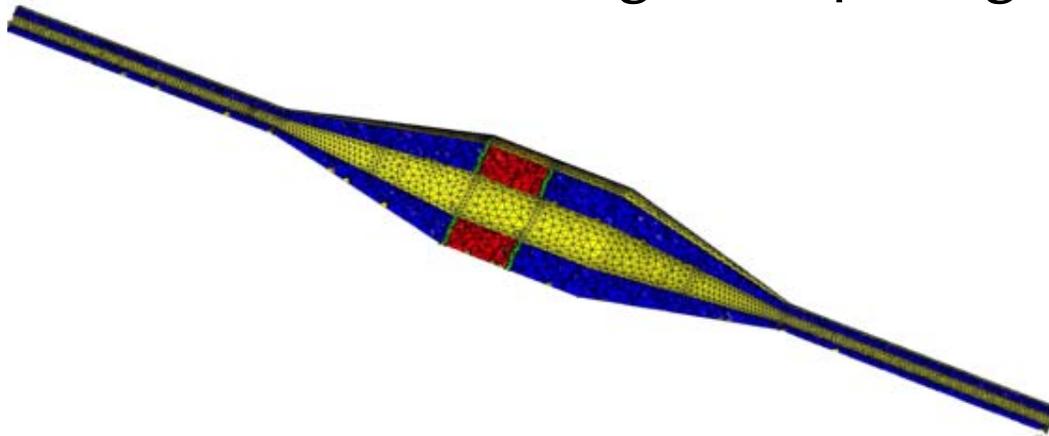
1 demande de thèse en numérique
1 ANR TRAMEL
coll. MAP2, SEMO, RCMO, Onera, LATP

Caractérisation EM

Adapté pour tous matériaux

Espace libre	Milieu confiné	Objets enfouis	Carac. EM
Conception			
Mesures			
Modélisation			
Calibration			
Inversion			

- Améliorer le design et le passage mesure/permittivité



1 thèse (2007-2010)

- Adaptation pour les liquides en flux dynamique

➡ 1 dépôt de brevet en cours

- Caractérisation de milieux à hautes performances mécaniques

➡ 1 projet FUI déposé

CONCLUSION HIPE

- Construction d'instruments

- Couplage fort théorie/expérience

- Multidisciplinarité dans l'équipe

- Outils numériques performants

- Éléments finis

- Méthodes d'inversion innovantes

- Moyens expérimentaux originaux

