Institut Fresnel

UMR 6133

Équipe SEMO

***S**ondage par ondes **E**lectro**m**agnétiques et **O**ptiques*

2006-2010

Institut FRESNEL MARSEILLE

cnrs

UNIVERSITÉ PAUL CÉZANNE Aix-Marseille III

Centrale Marseille

UNIVERSITÉ DE PROVENCE Aix-Marseille I

Moyens Humains

7 Permanents

2 CNRS

5 UP-UPCAM

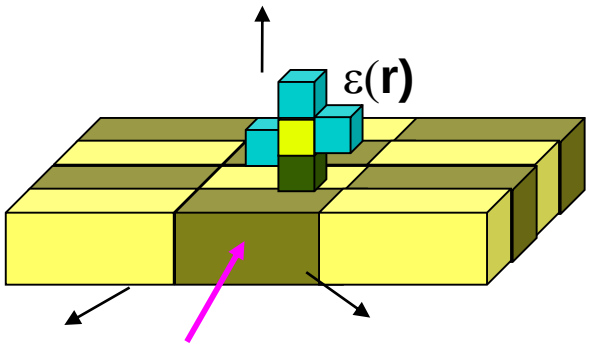
5 Doctorants

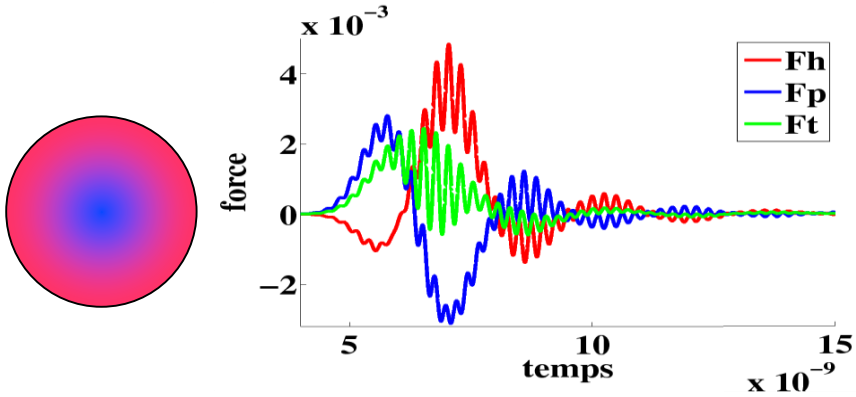
Pour les 4,5 ans considérés pour l'évaluation

= 16 ETPR (dont le directeur de labo)

Caractérisation d'objets hétérogènes

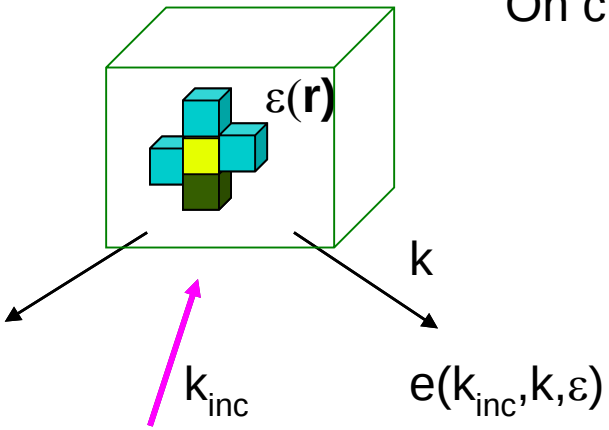
1) Simulation du champ diffracté et des forces optiques par méthode intégrale volumique (régime monochromatique et transitoire). ANR Pnano Nano-Im-Bio





Chaumet, PRA (R) 2009

2) Méthode d'inversion



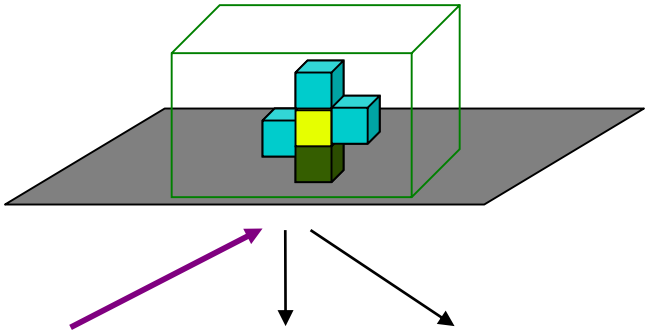
On cherche $\underline{\varepsilon}$ minimisant : $F(\underline{\varepsilon}) = \| \text{data} - e(k_{inc},k,\underline{\varepsilon}) \|^2$

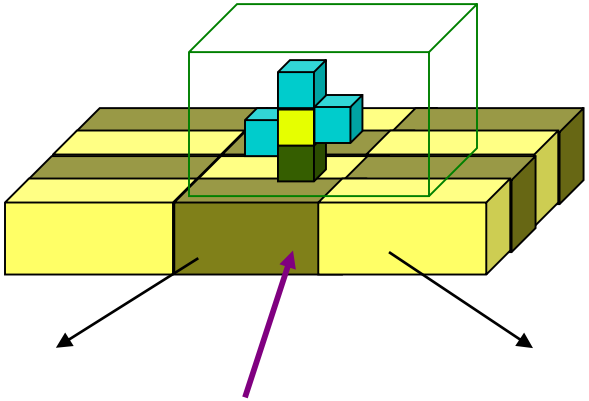
Prise en compte de la diffusion multiple et d'information *a priori*

Inversion testée sur des données expérimentales micro-onde (HIPE) et sur données synthétiques optiques

Caractérisation d'objets hétérogènes

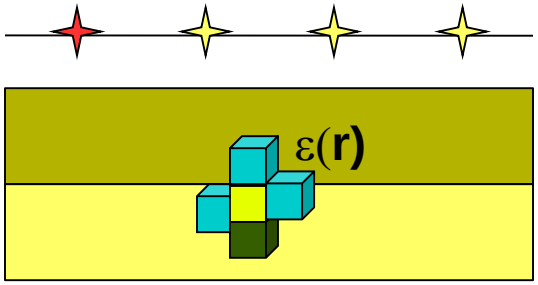
3) Microscopie optique





Thèse (Yi Ruan, 2009-2012)
Collaboration LPN pour la réalisation des échantillons
Données expérimentales SEMO

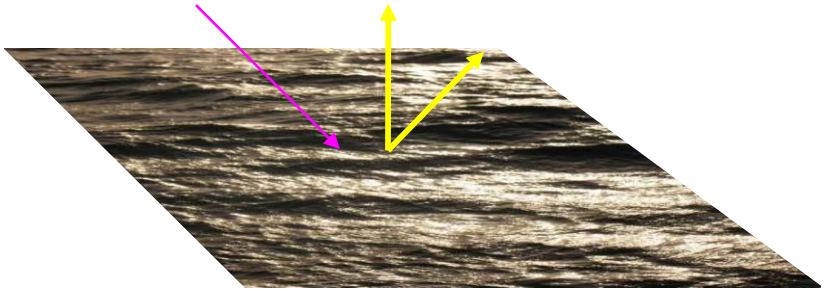
4) Imagerie micro-onde en régime transitoire



Thèse (Ting Chang, 2010-2013).
Collaboration LSEET pour les données expérimentales

Caractérisation de surfaces rugueuses

1) Simulation du champ diffracté par méthode intégrale surfacique et méthodes approchées.



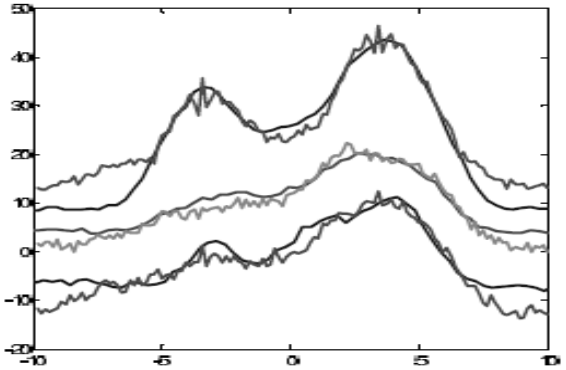
- Incidence rasante
- Surface multi-échelle (océan)

Thèse DCNS (Spiga, 2005-2008) ;
Thèse DCNS (Miret, 2011-2014)

2) Télédétection océanique

Collaboration LSEET-IFREMER-DCN
ANR SIMODE.

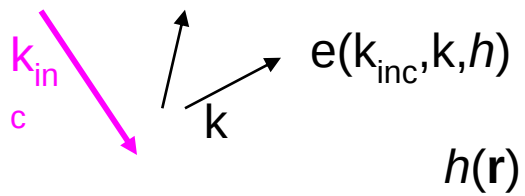
Spectres Doppler expérimentaux et théoriques



G. Soriano IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing (2006)
G. Soriano IEEE Geophys. Remote Sensing Letters (2008)

Caractérisation de surfaces rugueuses

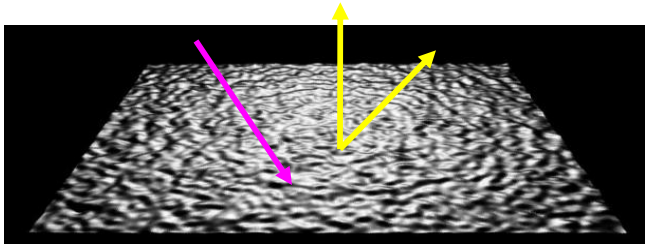
3) Profilométrie optique



Reconstruction de *h* à partir du champ diffracté en minimisant $F(\underline{h}) = \| \text{data} - e(k_{inc},k,\underline{h}) \|^2$

Thèse (Arhab, 2009-2012)

4) Etude du comportement radiatif optique de surfaces très rugueuses en fonction de leurs paramètres statistiques (distribution et corrélation des hauteurs)

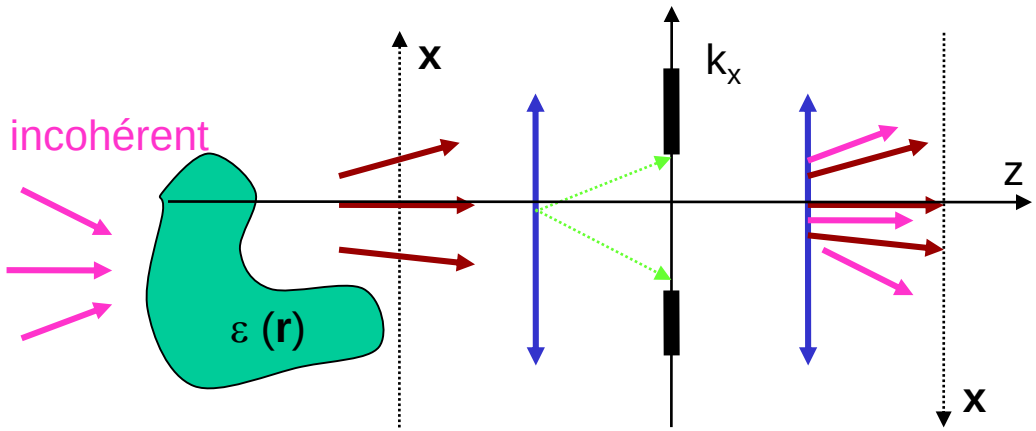


- Métamatériaux aléatoires
  Projet DGA : GENESUPRA
  Collaboration : Thales-IM2NP.

- Polarimétrie du speckle.
  ANR TRAMEL (2011-2015)
  Coordinateur : MAP2

Microscopie optique

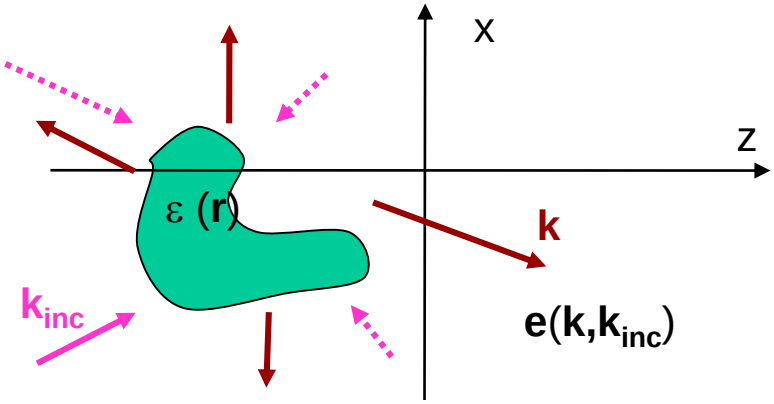
Microscopie analogique (microscopie large champ ou focalisée)



La résolution de l'image 3D est proche de 0.6 λ dans le plan transverse et 1.5 λ selon l'axe optique.

L'image ne peut pas être interprétée comme une carte de ε

Microscopie digitale (microscopie tomographique de diffraction)



L'image reconstruite à partir de $\mathbf{e}(\mathbf{k},\mathbf{k}_{inc})$ est une estimation quantitative de ε.

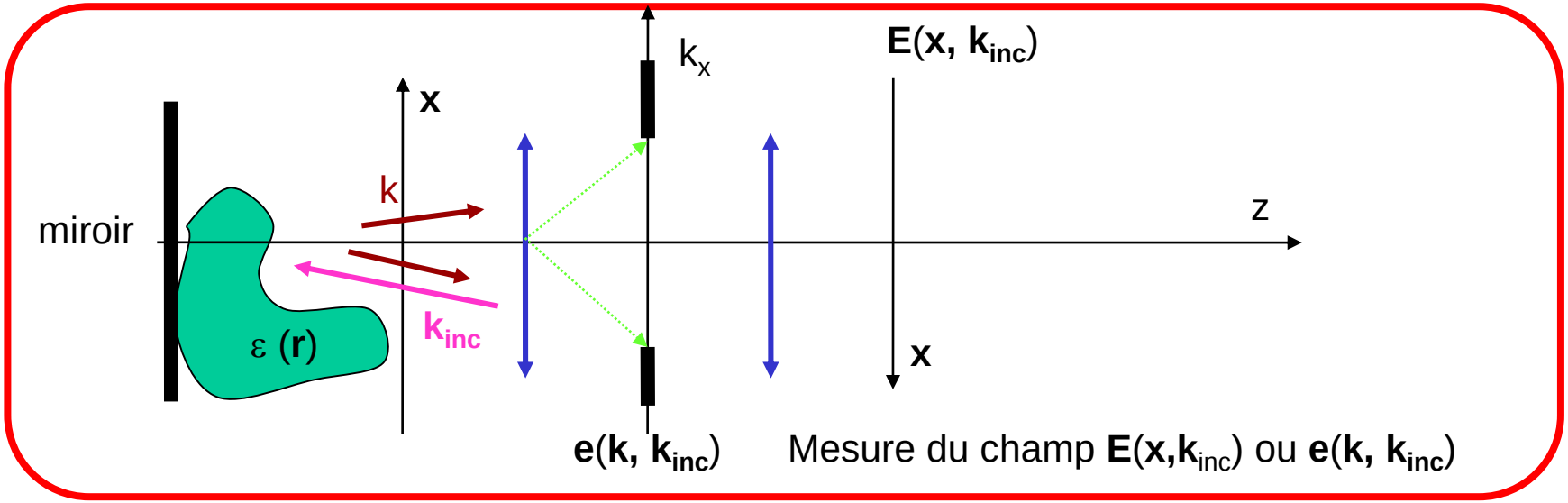
Sous Born, $\mathbf{e}(\mathbf{k},\mathbf{k}_{inc})$ dépend linéairement de ε. La résolution peut atteindre 0.35 λ avec des méthodes d'inversion très simples (TF)

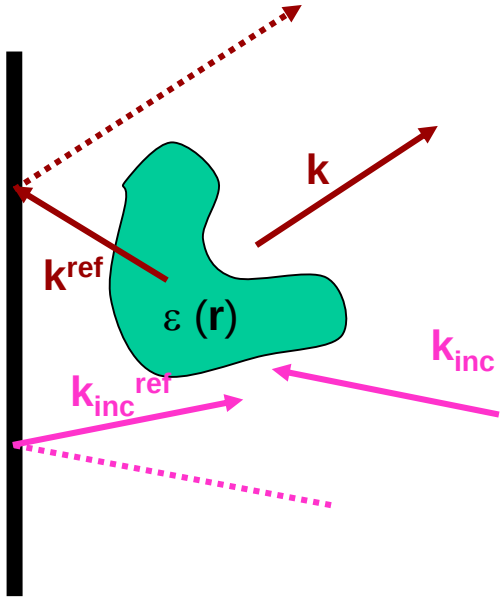
Prise en compte de configurations complexes et de la diffusion multiple

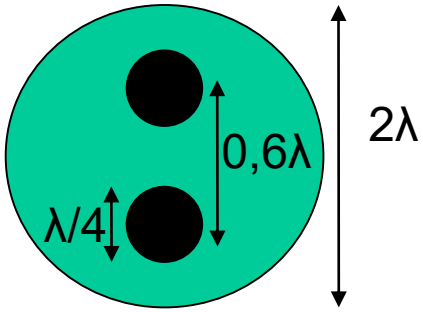
JMO special issue on digital microscopy (2010),

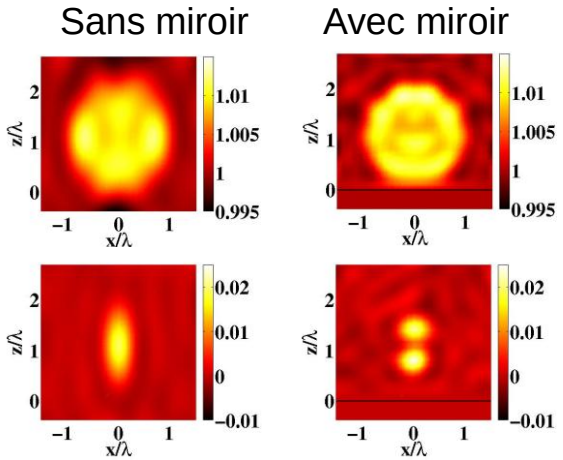
Thèses : Drsek 05-08; Girard 08-11 ; Mudry 09-12 ; Ruan 09-12 ; post-doc Le Moal 09-11

Microscopie tomographique de diffraction assistée par miroir









Sous Born, on a une résolution isotrope de 0.35 λ !!

Mudry, OL 2010

Le résultat marquant

La microscopie optique digitale permet de faire de l'imagerie quantitative avec une résolution bien meilleure que celle dictée par le critère de Rayleigh (comparable à celle des microscopes de champ proche dans certains cas)

Cette approche peut s'adapter à la microscopie de fluorescence

Tout le potentiel de la reconstruction numérique n'a pas été exploité (information a *priori*)

Les projets de recherche

1) Microscopie tomographique de diffraction (projet ANR B)
- Montage sans interférence et objets tri-dimensionnels
- Analyse de la limite de résolution (diffusion multiple, information *a priori*)
- Profilométrie digitale et étude des propriétés radiatives des surfaces rugueuses (GENESUPRA 2009-2012, ANR B TRAMEL 2011-2015)

2) Microscopie de fluorescence super-résolue
- Focalisation isotrope et sub-longueur d'onde (ANR Pnano SOURIS 2009-2012)
- Eclairement structuré et imagerie quantitative

3) Forces optiques en régime temporel

4) Imagerie de fluorescence dans le petit animal

5) Télédétection océanique, mer proche du déferlement. (ANR B SIMODE 2010-13)

6) Imagerie micro-onde d'objets enfouis en régime transitoire.

7) L'imagerie X sans lentille (ANR JC Strain 2009-11) (LTP ESRF) (projet ANR B)

Production Scientifique

Revues Internationales à Comité de Lecture : 61
(*dont 4 Physical Review Letters*)

Conférences invitées : 10

Conférences internationales avec actes : 20

Conférences nationales avec actes : 11

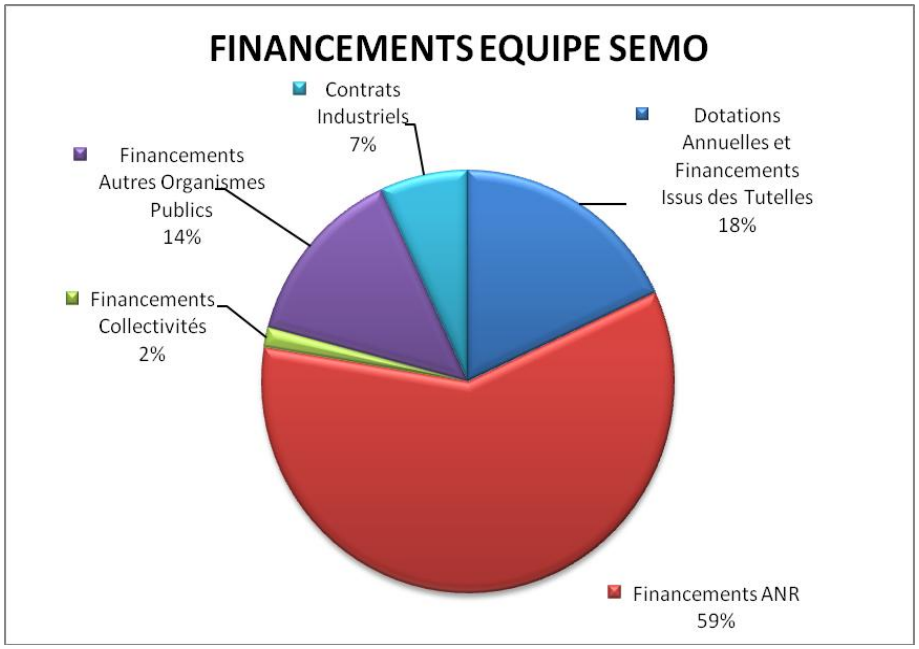
Conférences sans acte : 8

Brevets : 4 dont **1 vendu et exploité**

Recettes

Récapitulatif des Financements

Dotations Annuelles et Financements issus des Tutelles	**112 007 €**
Financements ANR	368 654 €
Financements Collectivités	9 514 €
Financements Autres Organismes Publics	86 739 €
Contrats Industriels	42 496 €
TOTAL	**619 413 €**



Collaborations et rayonnement

- Collaborations nationales académiques : *LSEET, LPN, MIPS, L2S, Langevin, CIML, LAAS, IM2NP, IDES, ENSCPB, ICB*

- Collaborations avec des industriels *: CRIL, THALES, CNES, DCNS, IFREMER, QUIDD, CEA, PHASICS*

- Collaborations internationales : *CUDOS (Australie), IREA (Italie), Postdam (Allemagne), King's college (Angleterre), LINZ (Autriche), ESRF, NIST (USA)*

Collaborations et rayonnement

- Prix et Distinctions

2 faits marquants du CNRS

1 papier spot-light de l'OSA

- Membres de comités éditoriaux

Editeurs de la session spéciale de JMO sur l'imagerie optique digitale

- Activités d'intérêt collectif

Direction du laboratoire

Animation scientifique du laboratoire

Direction de la licence professionnelle de l'IUT

ACMO de l'IUT

Experts dans des comités d'évaluation et des commissions de recrutement

HdR – Thèses – Devenir Doctorants

Habilitations à diriger des Recherches soutenues : **1**

Thèses en cours : **5**

Thèses soutenues entre 2006 et 2010 : **5**

1 post-doc (France)

4 ingénieurs dans le privé (DCN, ATMEL, Pellenc ST, Provident Financial)