

Institut Fresnel

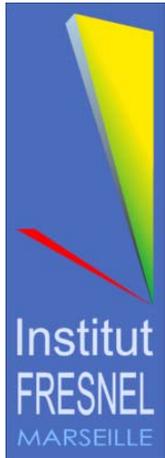
UMR 6133

Équipe PhyTI

Physique et Traitement de l'Image

2006-2010





Moyens Humains

6 Permanents

1 CNRS
1 UPCAM
4 ECM

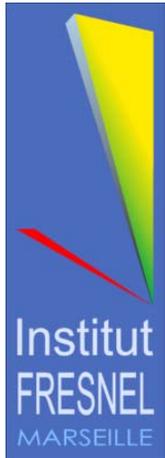
**Pour les 4,5 ans considérés
pour l'évaluation
= 15,4 ETPR**

4 Doctorants

1 Post-Doctorant

1 CDD informatique

**Soit 3,4 ETPR / an
en moyenne**



Thèmes de Recherche

- **Cohérence et polarisation**
- **Estimation en imagerie bruitée**
- **Détection et poursuite dans des images bruitées**
- **Segmentation des images bruitées**

Ce qui caractérise PhyTI

Outils Statistiques et théorie de l'information

- Bornes de Cramer-Rao
- Complexité stochastique (MDL)
- Distance de Bhattacharrya, Kullback
- Maximum de vraisemblance, GLRT

Physique des signaux

- Speckle, bruit de photon
- Polarimétrie
- cohérence
- diffusion

- Algorithme et implémentation rapide
- robustesse
- sans réglage de paramètres

Ingénierie

Outils Statistiques et théorie de l'information

- Bornes de Cramer-Rao
- Complexité stochastique (MDL)
- Distance de Bhattacharyya, Kullback
- Maximum de vraisemblance, GLRT

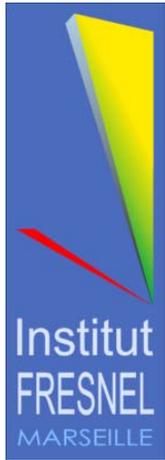
Physique des signaux

- Speckle, bruit de photon
- Polarimétrie
- cohérence
- diffusion



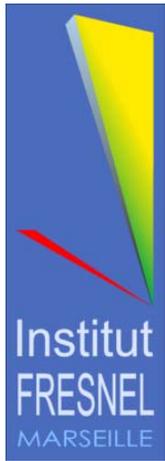
- Algorithme et
implémentation rapide
- robustesse
- sans réglage de paramètres

Ingénierie

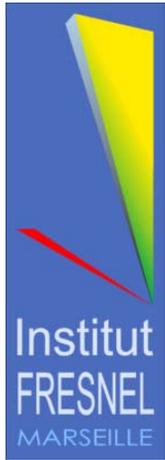


Quelques problématiques de l'équipe PHYTI révélatrices de notre démarche ...

- Un exemple dans le domaine de l'optique pour la biologie
- Des progrès récents en segmentation statistique
- Quelques thèmes en optique statistique



Traitement pour la biologie



Détection et suivi de particules individuelles dans des séquences d'images de fluorescence

Collaboration



Objectif pour la biologie :

étude des mécanismes de confinement des molécules à l'intérieur de la membrane cellulaire

=> *Compréhension des mécanismes de signalisation entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule*

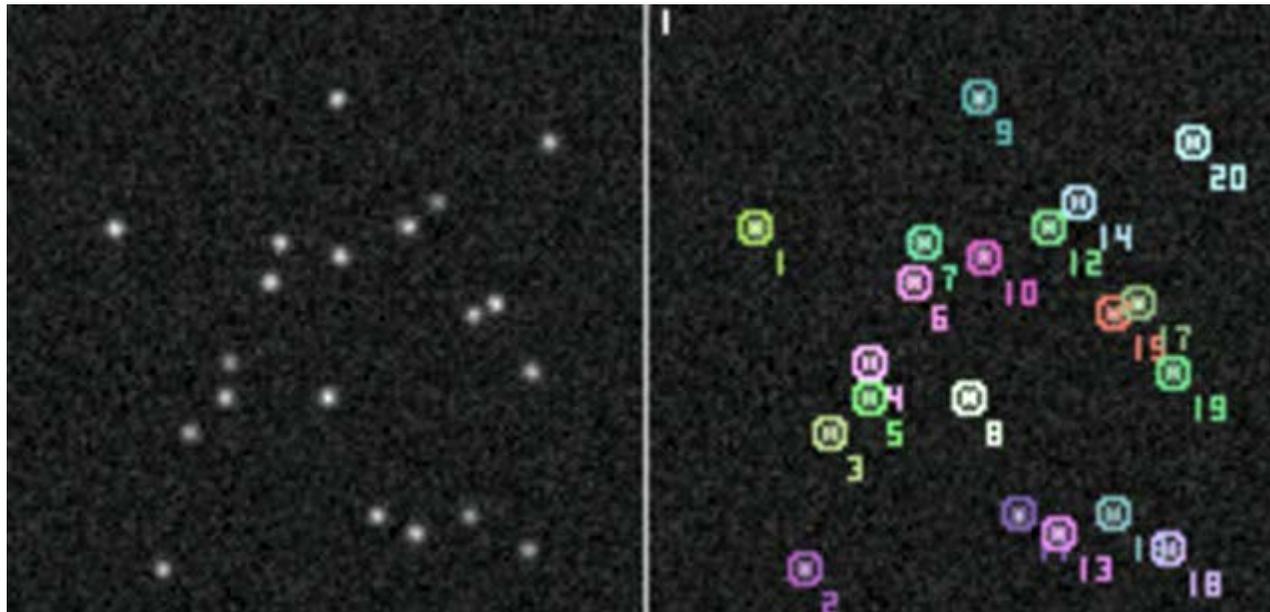
Contraintes physiques :

- mouvements de diffusion des particules pouvant être non libre,
- luminance qui fluctue aléatoirement,
- particules qui s'éteignent temporairement ou définitivement.

Détection et suivi de particules individuelles dans des séquences d'images de fluorescence

Apports de nos travaux :

- Modèle dynamique de suivi de particules,
- Suivi individuel d'un grand nombre de particules,
- peu de paramètres à régler, et des paramètres fixes pour un problème biologique donné (Pfa, PSF, diffusion libre, etc).

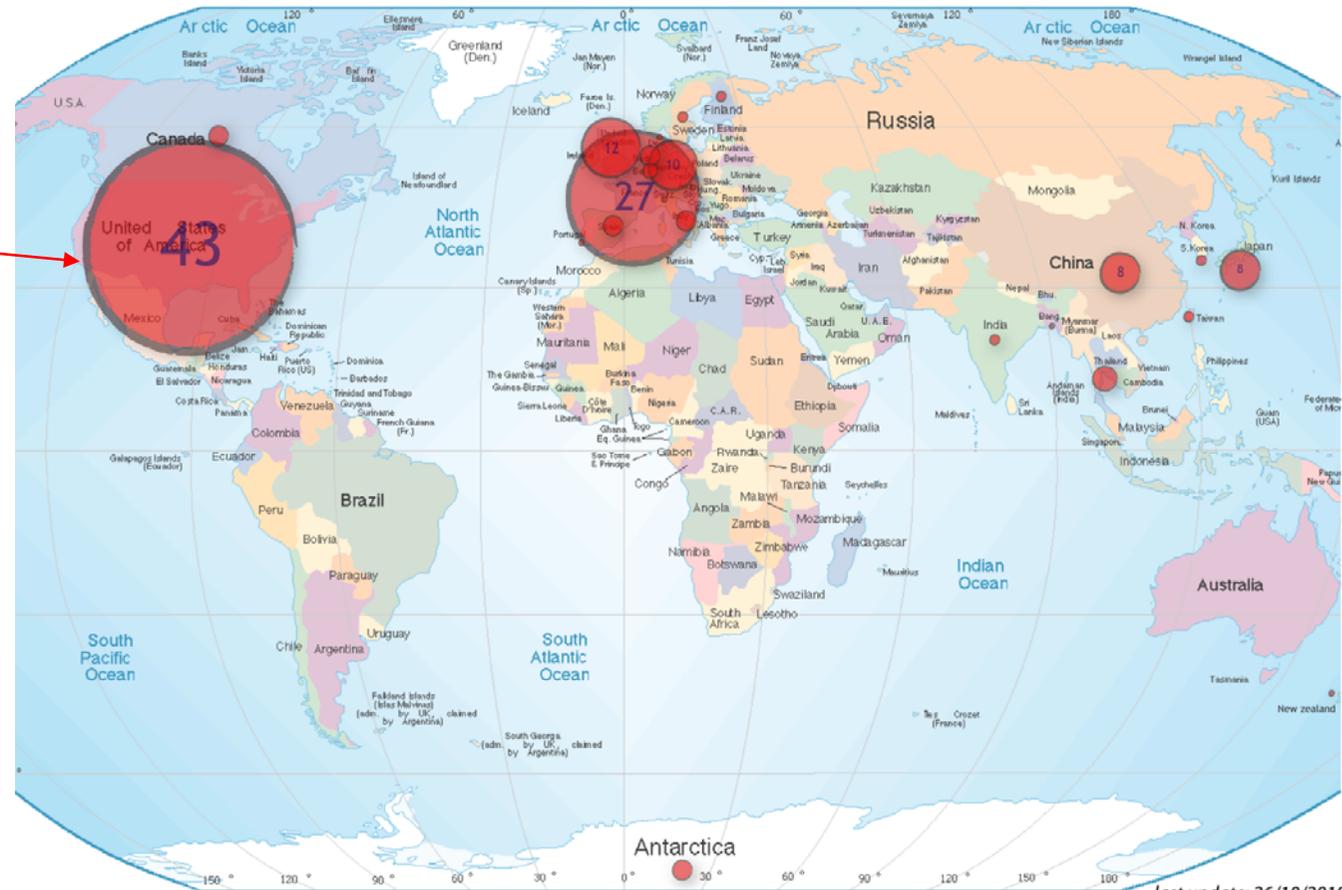


Détection et suivi de particules individuelles dans des séquences d'images de fluorescence

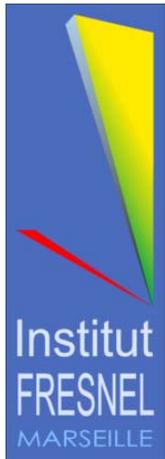
Multi-Target Tracing (MTT) : 1 RICL, 1 licence logiciel pour recherche

USA: 43 licences

Total de 159 licences



last update: 26/10/2010

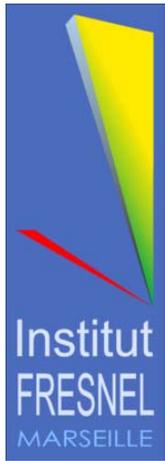


Détection et suivi de particules individuelles dans des séquences d'images de fluorescence

- Domaine de recherche très concurrentiel
- Apport d'une expertise en statistique et TS

Résultats permis grâce à la collaboration
entre équipes des domaines
de la Biologie, de l'Optique/Photonique et du TS/TI





Segmentation d'images bruitées

Segmentation d'images bruitées

Quadriennaux précédents

Nouvelle technique de segmentation par minimisation de la complexité stochastique

➔ **Rapide et sans paramètre dans le critère à optimiser.**

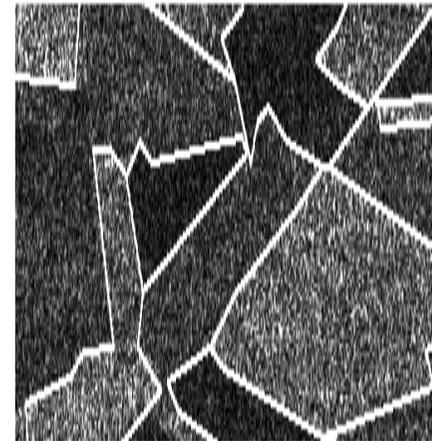
Fournie par le CNES



Image SAR
résolution standard



**loi Gamma,
nb régions inconnu**



Segmentation d'images bruitées

Apport durant ce quadriennal

Nouvelle technique de segmentation par minimisation de la complexité stochastique



Rapide et sans paramètre dans le critère à optimiser.

Décomposition de l'image = zones ~~homogènes~~ de forme polygonale



Généralisation à des variations spatiales quadratiques de la moyenne

Application : détection de cibles sur des images fortement inhomogènes
(imagerie infrarouge [1 RICL], imagerie radar [2 RICL])

Segmentation d'images bruitées

Apport durant ce quadriennal

Nouvelle technique de segmentation par minimisation de la complexité stochastique

➔ Rapide et sans paramètre dans le critère à optimiser.

Décomposition de l'image = zones ~~homogènes~~ de forme ~~polygonale~~

➔ Généralisation à des variations spatiales quadratiques de la moyenne

Application : détection de cibles sur des images fortement inhomogènes (imagerie infrarouge [1 RICL], imagerie radar [2 RICL])

➔ Modification du critère de CS afin de pouvoir prendre en compte à la fois des contours arrondis ou polygonaux

Application : segmentation d'images médicales échographiques (collaboration avec la société SuperSonic Imaging)

Segmentation d'images bruitées

Apport durant ce quadriennal

Nouvelle technique de segmentation par minimisation de la complexité stochastique

➔ Rapide et sans paramètre dans le critère à optimiser.

Décomposition de l'image = zones ~~homogènes~~ de forme ~~polygonale~~

Fournie par SSI

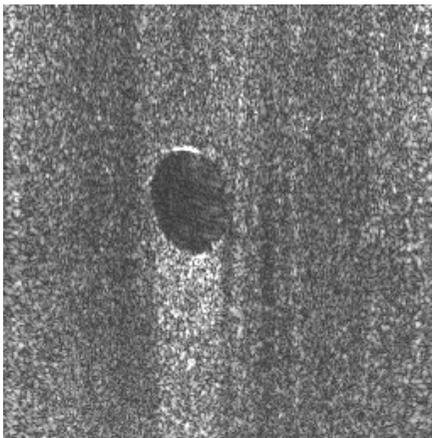
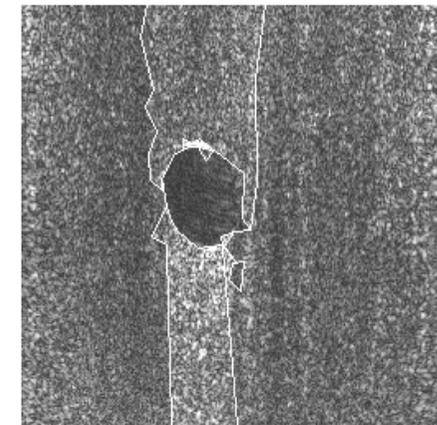


Image échographique
(dégradés d'intensité +
formes arrondies)



AVANT



APRES

Segmentation d'images bruitées

Quadriennaux précédents

Nouvelle technique de segmentation par minimisation de la complexité stochastique



Rapide et sans paramètre dans le critère à optimiser.

Décomposition de l'image = zones homogènes de forme polygonale

Fluctuations des niveaux de gris = modèles paramétriques dans la famille exponentielle

Segmentation d'images bruitées

Apport durant ce quadriennal

Nouvelle technique de segmentation par minimisation de la complexité stochastique

➔ Rapide et sans paramètre dans le critère à optimiser.

Décomposition de l'image = zones homogènes de forme polygonale

Fluctuations des niveaux de gris = ~~modèles paramétriques~~ dans la ~~famille exponentielle~~

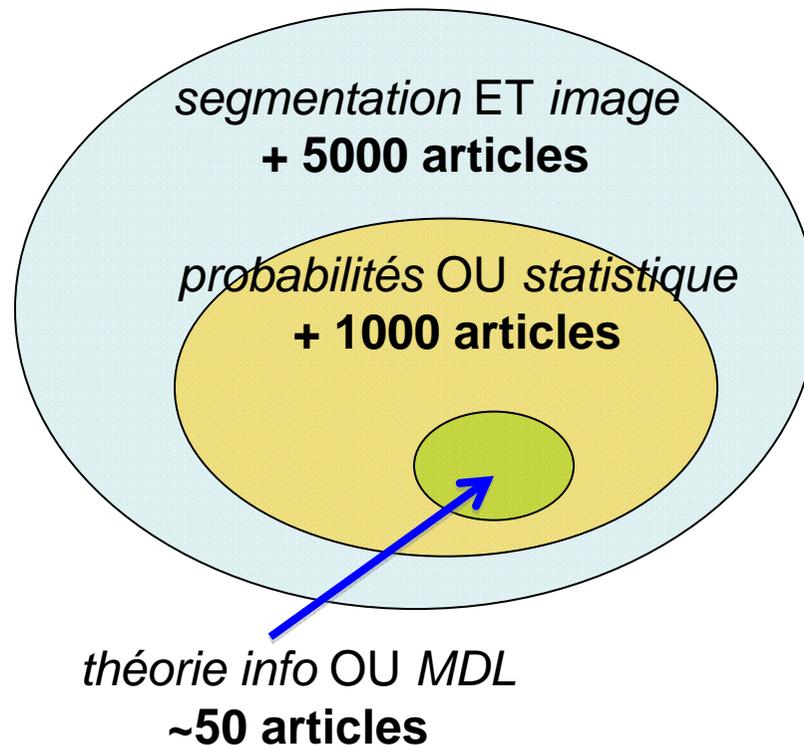
➔ Généralisation à des lois de Fisher (collaboration Télécom ParisTech)
Application à l'imagerie SAR haute résolution [1 RICL]

Cas où pas de connaissance a priori sur les lois de probabilités :

➔ Généralisations à des densités de probabilité non paramétriques [3 RICL]
=> toujours sans paramètre à régler dans le critère

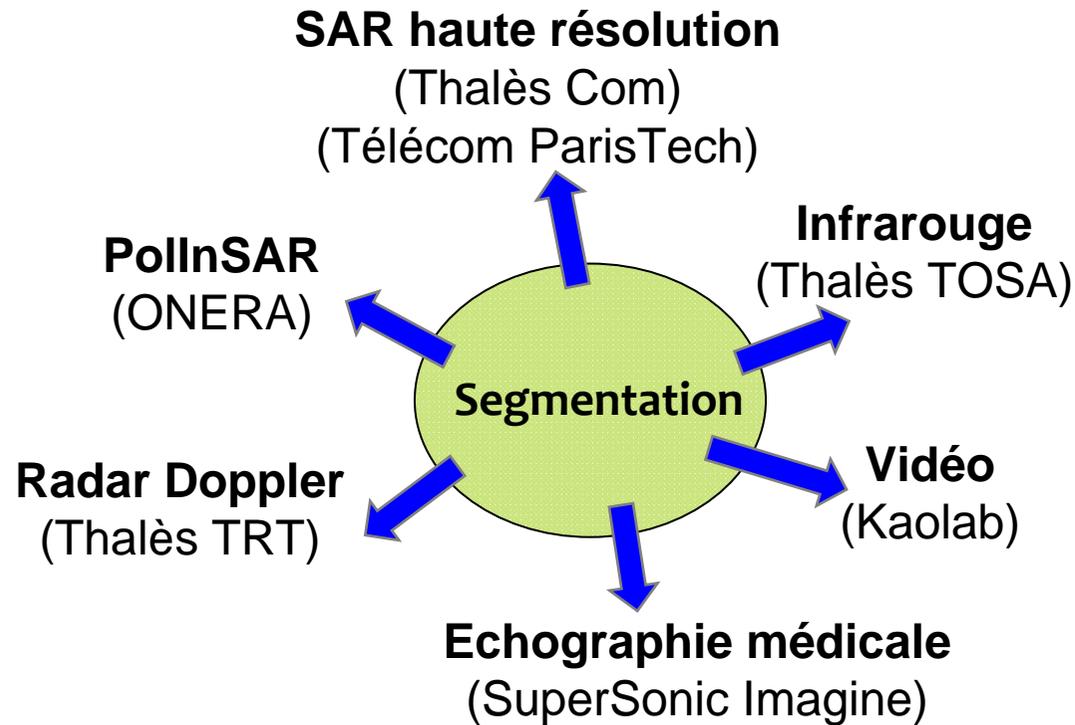
Segmentation d'images bruitées

[source: ISI WEB sur 2006-2010]

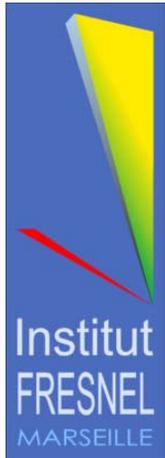


Effort constant pour obtenir des algorithmes
rapides et sans paramètre à régler
dans le critère optimisé

Segmentation d'images bruitées

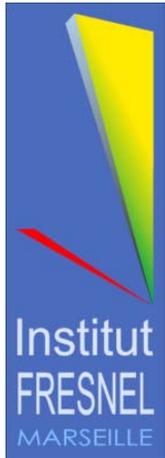


Appel d'offre du CNES (2010)
demandant explicitement d'implémenter les
méthodes de segmentation développées par
l'équipe PhyTI.



DEMONSTRATION :

Segmentation statistique rigoureuse
Loi de probabilité NON paramétrique
Aucun paramètre à régler
Temps réel sur un ordinateur portable



Optique statistique

- Travaux fondamentaux sur la cohérence
- Caractérisation des systèmes à faible flux
- Estimation du degré de polarisation

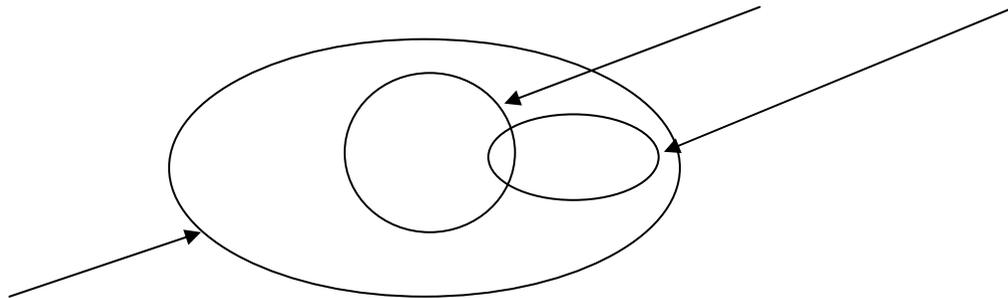
Cohérence de lumière partiellement polarisée

Poursuite des études entreprises en 2005 (degrés intrinsèques)

Lien avec les interférences, séparation d'ondes, entropie, les symétries, l'ergodicité, le formalisme de Stokes

2 résultats récents :

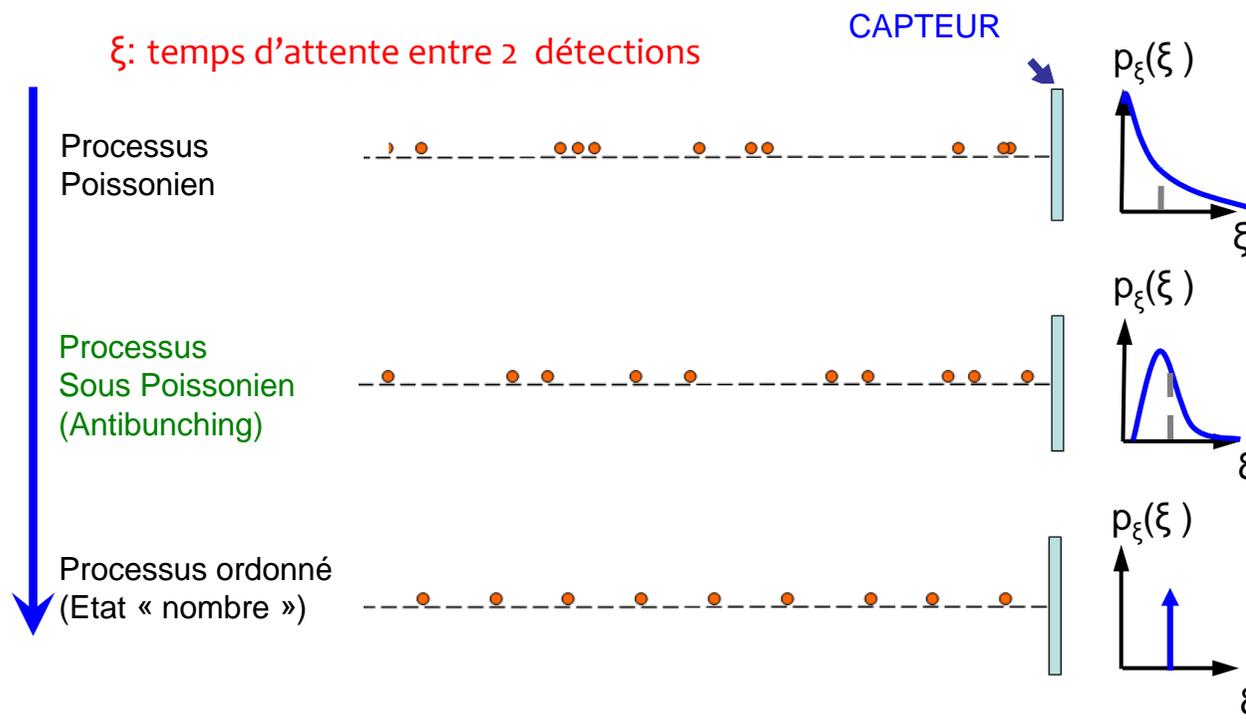
- Établissement d'un lien avec les définitions de Glauber et de Wolf de la cohérence totale



Cohérence totale au sens des degrés intrinsèques

- Mise en évidence d'un comportement irréversible de la cohérence

Caractérisation des lumières sous-poissonniennes



Collaboration avec
Claude Fabre et Nicolas Treps
du Laboratoire Kastler Brossel

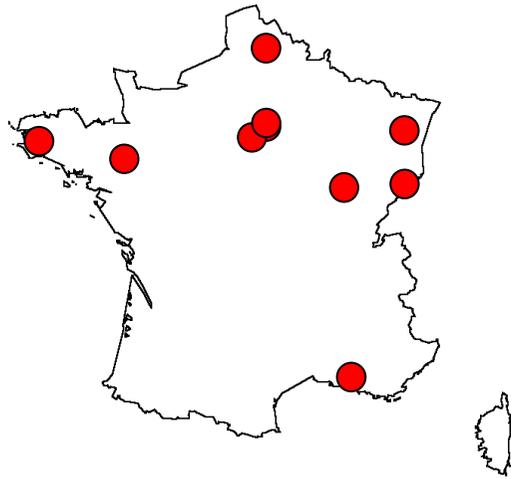
- Analyse de la précision optimale d'estimation de positionnement d'un faisceau
- Analyse des capacités de détection entre deux états d'absorption

Originalité de notre démarche :

approche fondée sur des outils statistiques et de la théorie de l'information

Imagerie polarimétrique

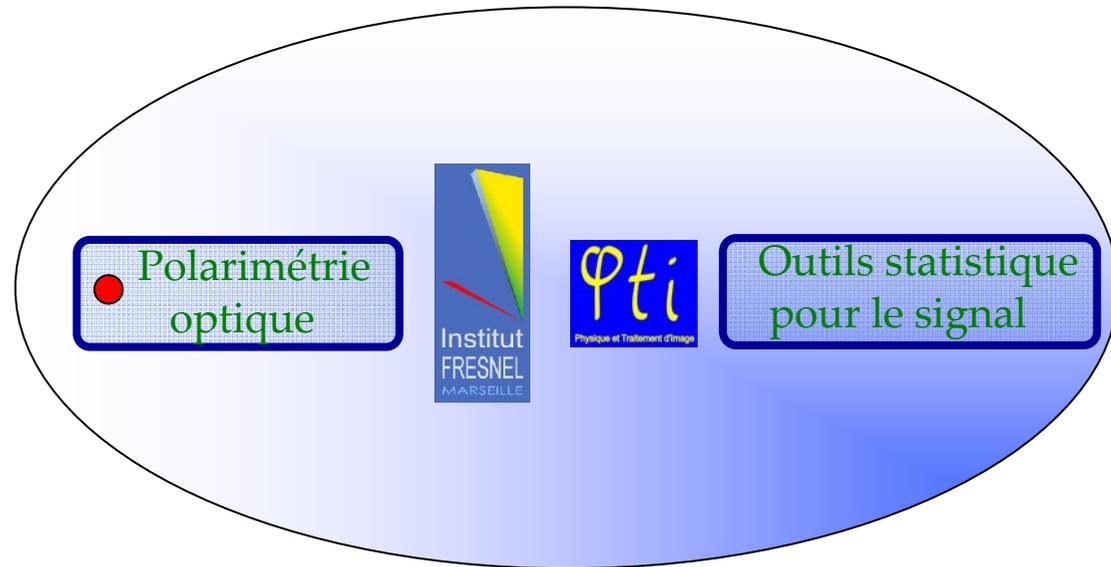
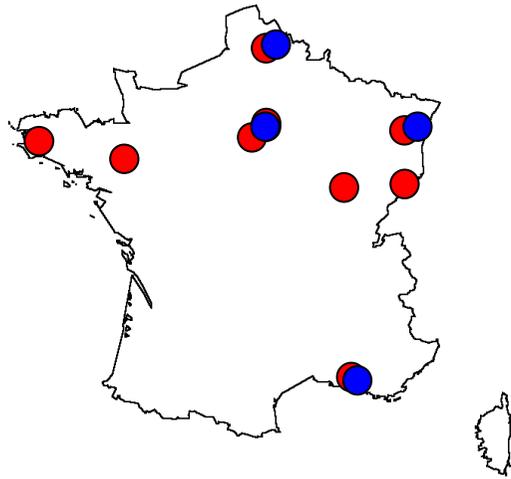
Positionnement national de l'équipe sur cette thématique



● Polarimétrie
optique

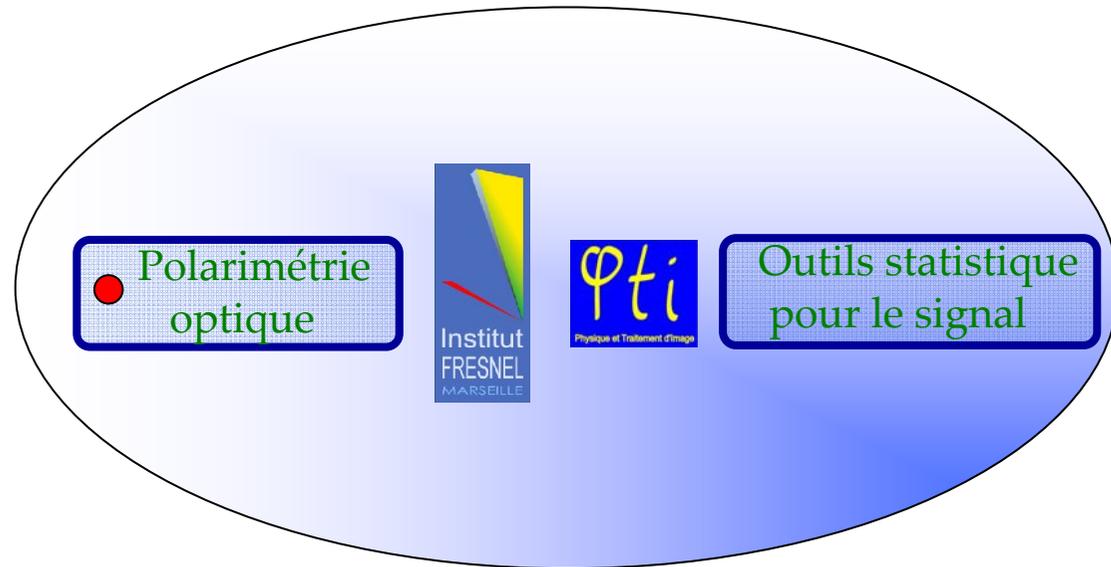
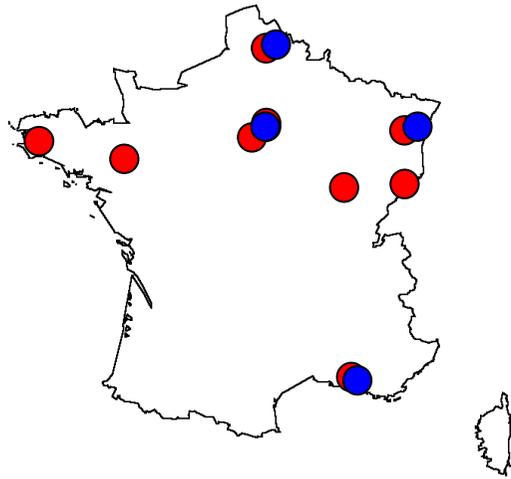
Imagerie polarimétrique

Positionnement national de l'équipe sur cette thématique



Imagerie polarimétrique

Positionnement national de l'équipe sur cette thématique

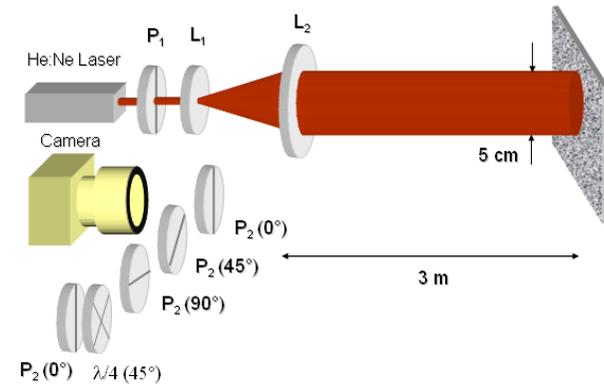


Notre originalité:

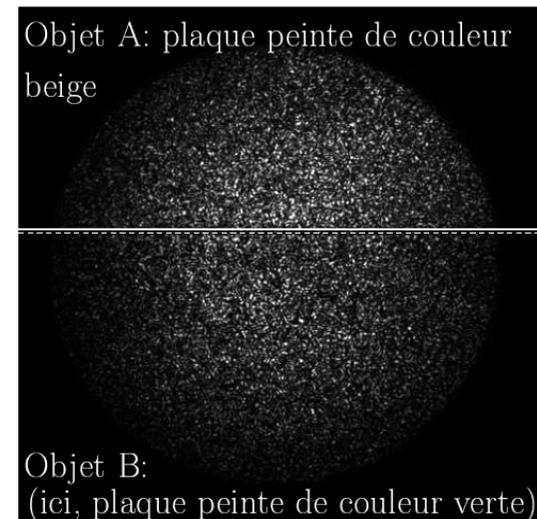
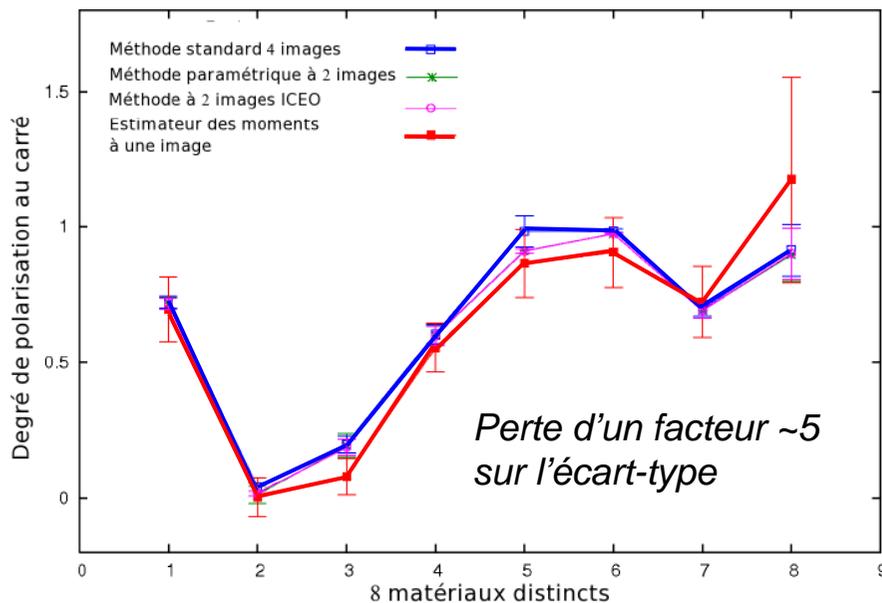
Utiliser des outils statistiques et de la théorie de l'information afin de proposer et caractériser des systèmes d'imagerie polarimétrique simplifiés.

Exemple d'étude : estimation du degré de polarisation

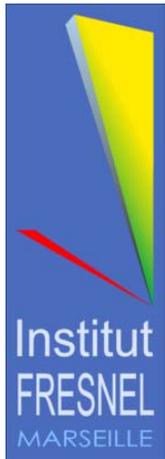
- Notre apport sur l'estimation du degré de polarisation \mathcal{P} :
 - Caractérisation des capacités d'estimation de \mathcal{P} à partir des caractéristiques statistiques du speckle. (méthode à une image) [3 RICL]
 - Comparaison aux méthodes standard (imagerie de Stokes). [1 RICL]



Collaboration : Thalès TRT, IRIT- ENSEEIHT-TESA Toulouse



Acquisitions : M. Alouini, Thalès TRT



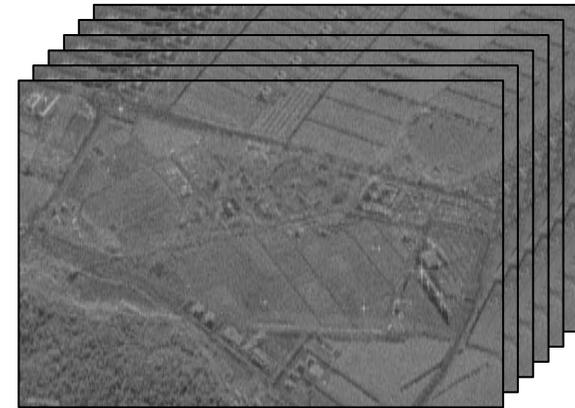
Imagerie polarimétrique et interférométrique SAR PolInSAR

Imagerie Polarimétrique et Interférométrique SAR (PolInSAR)

Depuis 10 ans, un sujet d'intérêt croissant dans le domaine du TS/TI et dans le domaine de l'environnement

Système d'acquisition aéroporté ou satellitaire :
Allemagne, USA, Canada, Italie, France (ONERA)

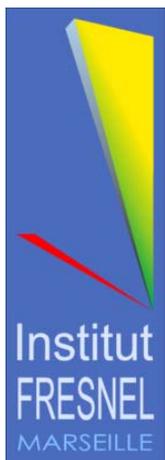
PolInSAR : Système multi-antennes avec en chaque pixel un vecteur avec 6 composantes complexes et des images de 5000x3000 pixels



Images Ramsès de l'ONERA

Collaboration PhyTI - ONERA

- Traitement statistique des images PolInSAR,
- application à l'interprétation des images et à la simplification des systèmes PolInSAR [3 RICL].



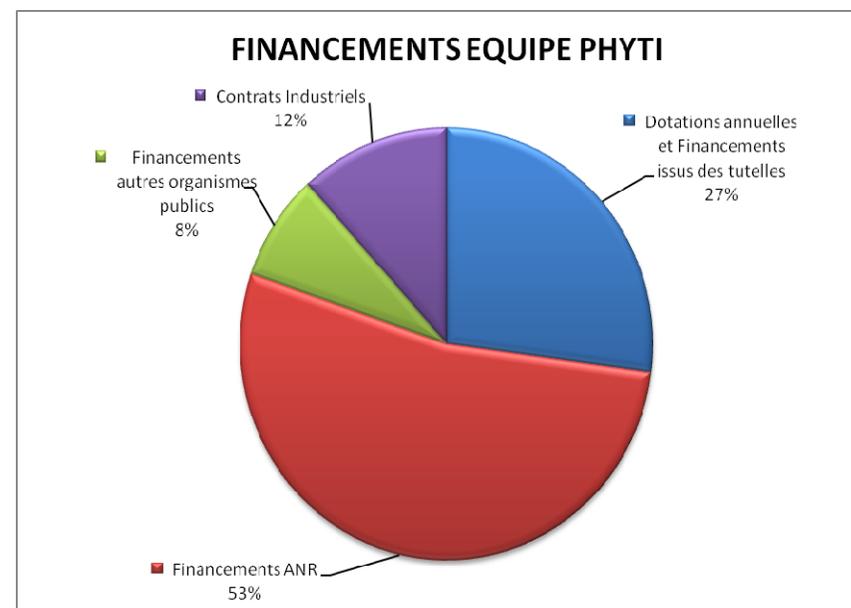
Production Scientifique

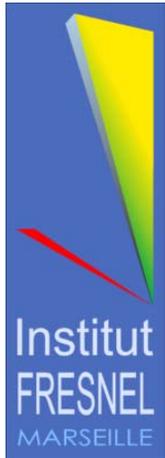
- **ACL** (*Articles dans revues internationales ou nationales avec comité de lecture*) **48**
- **INV** (*Conférences données à l'invitation du Comité d'organisation*) **10**
- **ACTI** (*Communications avec actes dans congrès international*) **21**
- **ACTN** (*Communications avec actes dans congrès national*) **5**
- **COM** (*Communications orales sans actes dans congrès international ou national*) **12**
- **OS** (*Ouvrages scientifiques - ou chapitres de ces ouvrages -*) **2**
- **OV** (*Ouvrages de vulgarisation*) **2**
- **B** (*Brevets, Licences, Logiciels*) **1**

Recettes

Récapitulatif des Financements

Dotations Annuelles et Financements issus des Tutelles	75 853 €
Financements ANR	148 625 €
Programmes et Financements Européens	-
Financements Collectivités	-
Financements Autres Organismes Publics	22 362 €
Contrats Industriels	32 890 €
Autres Financements	-
TOTAL	279 732 €





Collaborations

- Collaborations nationales

7 **Industriels** : Thalès RT, Thalès AirSys, Thalès Optronique , Kaolab, Quidd, SSI, Prolexia

2 **Organismes** : ONERA, IFREMER

7 **Académiques** : LKB, IRIT, TELECOM ParisTech, CIML, Inst. Langevin, LOV, LGIT

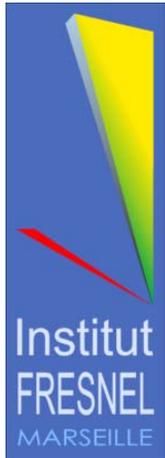
- Collaborations internationales

A Luis – Espagne, J. Tervo – Finlande, A.T. Friberg – Finlande
B. Javidi – USA

- Conférences

- Membre du comité scientifique, IPTA 2010 et AIT 2010

- Membre du comité de programme, IPTA 2008, 2010 et MIAD 2009



Rayonnement

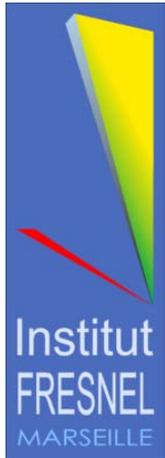
- Prix et Distinctions
« *Fellow de l'European Optical Society* » en 2009
- Membres de comités éditoriaux
« *Associate Editor* » de la revue *Optics Express*
- Activités d'intérêt collectif
 - Expert pour l'évaluation de laboratoires 2006, 2007 et 2010,
 - Vice-président SFO, - Membre élu comité de la médaille Blondel,
 - Conseil scientifique du lab. MIPS (Mulhouse)

Conseils et commissions de nos tutelles

ECM: Com. Spé. 61^e(x2), CHS, CTP, CE, CA, CS(x2)

Univ. P. Cézanne: Com. Spé. 61^e et 61^e-27^e, **IF :** Conseil de laboratoire

Comités de sélection (x5)



HDR – Thèses – Devenir Doctorants

- Habilitations à diriger des Recherches : 0
(1 prévue au printemps 2011)
- Thèses en cours : 4
- Thèses soutenues entre 2006 et 2010 : 9

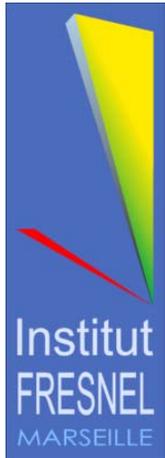
Insertion professionnelle des doctorants

1 directeur scientifique (co-créateur Kaolab-France)

7 ingénieurs dans le secteur privé

(SAFRAN, Thalès, ONERA, MEDIPRO, GENAVIR)

1 MCF sur chaire d'excellence



Historique du Quadriennal

Le quadriennal 2006-2010 :

- 2006-2008 : Phase prospective suite au renouvellement de 50% des effectifs en 2005
- 2009 : Choix des thématiques pour la fin du quadriennal et le suivant
 - => Nouveau cycle pour l'encadrement des doctorants
- Depuis 2009 : Changement de responsable d'équipe

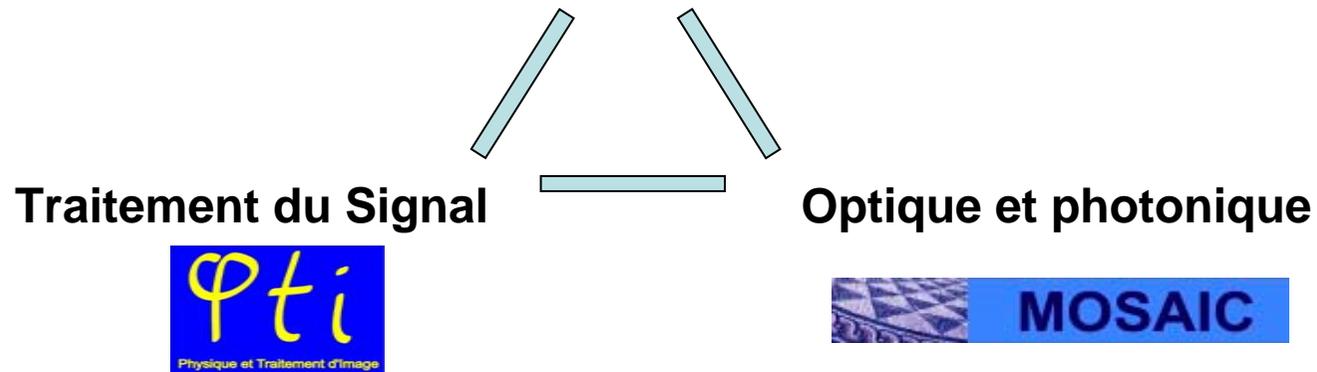
PROJET PHYTI

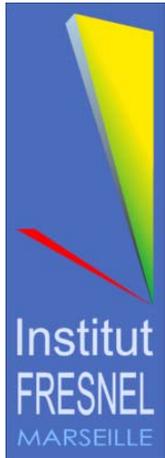
- **Imagerie pour la biologie :**
 - Imagerie STORM (ANR NanoDigicode 2011-2015)
 - Imagerie SHG polarimétrique (Thèse co-encadrée PhyTI/ Mosaic)
- => Optimisation des systèmes d'imagerie pour la biologie et traitements statistiques associés



Membrane dynamics and lymphocyte signaling

Biologie





PROJET PHYTI

- **Imagerie Radar :**
 - PHYTI – ONERA
 - Thèse ONERA, direction PhyTI
 - mesure de la biomasse par imagerie PolInSAR (**TropiSAR, CNES**)
 - Caractérisation des nouveaux modèles de signaux PolInSAR
- **Imagerie en milieux diffusants :**
 - PHYTI – SEMO
Caractérisation et reconstruction d'images de fluorescence
 - PHYTI – IFREMER
modèle de formation et reconstruction d'images sous-marines
(**ANR OSIFIOST**)

Outils Statistiques et théorie de l'information

Interaction entre
théorie de l'information et outils statistiques
pour aboutir à
de nouvelles techniques de traitements

Physique des signaux

Prise en compte plus fine des
modèles de formation d'images
et de signaux optiques

Prise en compte des
nouvelles technologies
pour le temps réel

Ingénierie

