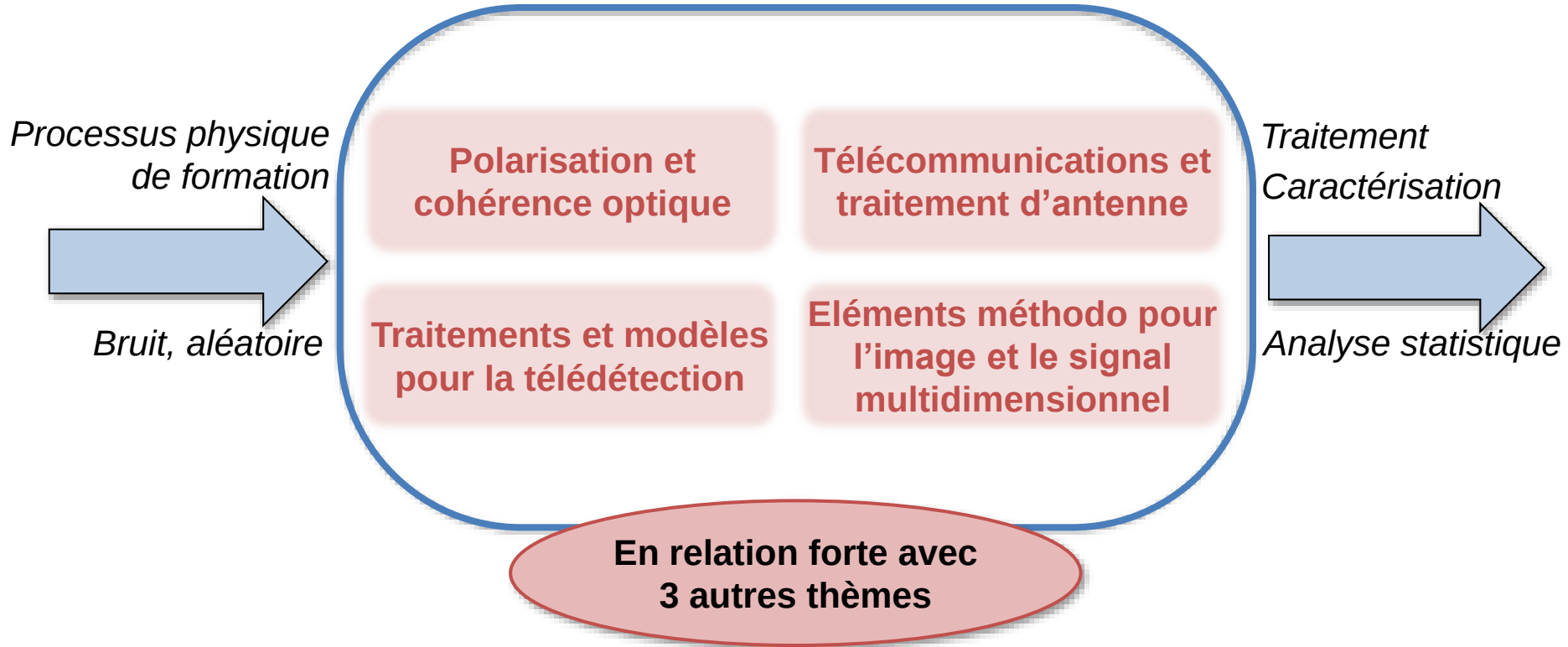




**Thème 3 :
Traitement de l'information et ondes
aléatoires**

BILAN

Traitement de l'information et Ondes Aléatoires



1. Polarisation et cohérence optique

1. Polarisation et cohérence optique

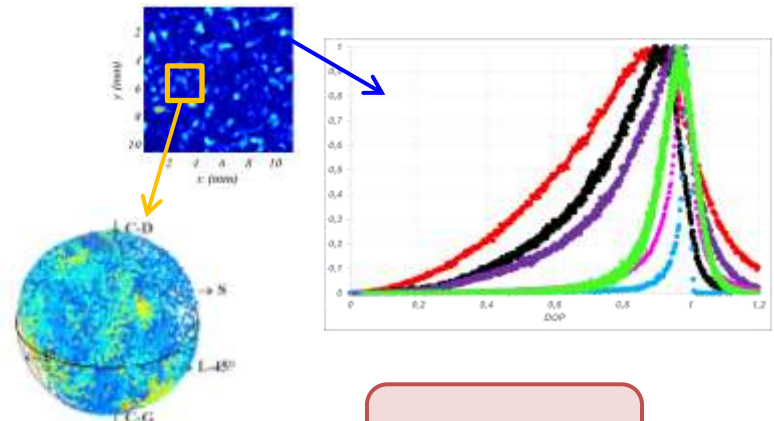
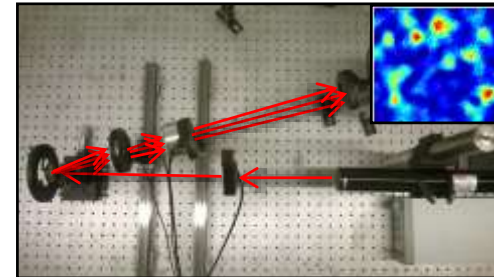
- **Statistiques spatiales et temporelles en milieux désordonnés**

Nature aléatoire des ondes + complexité spatiale des milieux sondés

- Couplage optique statistique et optique électromagnétique
- Développement instrumentation originale associée

Résultats marquants

- Premières mesures de la polarisation dans le grain de speckle d'une lumière diffuse
- Introduction de la polarisation spatiale multi-échelle
- « Découverte » du phénomène de repolarisation temporelle par un milieu désordonné
- Lien avec la microstructure des milieux, prise en compte de la chromaticité
- Application à l'« inversion » de la polarisation



ANR TraMEL: ONERA-DOTA + 4 équipes IF
Contrats recherche: R&T CNES, PSA, ESA

2 brevets

1. Polarisation et cohérence optique

- Analyse des propriétés de cohérence et de polarisation

Exemples de travaux :

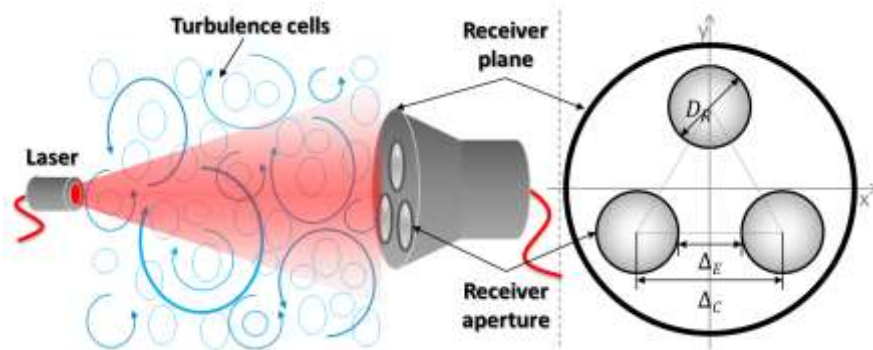
- *Approfondissement des propriétés d'irréversibilité en présence d'aléatoire : polarisation et cohérence quand le champ fluctue en 3D.*
- *Etude du transfert d'inhomogénéité de polarisation du champ proche vers l'anisotropie de cohérence en champ lointain.*
- *Analyse de l'effet d'Hanbury Brown–Twiss en présence de lumière gaussienne partiellement polarisée.*

2. Télécommunications et traitement d'antenne

2. Télécommunications

- Liaisons optiques aériennes (Free Space Optics):

- Evaluation des performances des liaisons FSO dans les conditions réelles de propagation

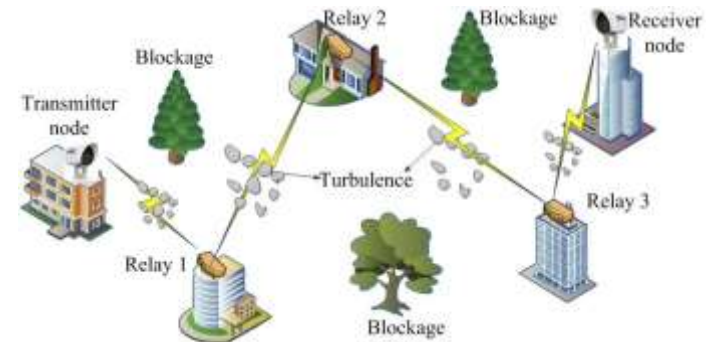


- Transmission coopérative pour réduire l'effet des turbulences atmosphériques

Utilisation relais tout-optique

Exemple de travaux :

Diversité spatiale pour augmenter la robustesse en présence de fortes turbulences



Financements : Shakti, Région PACA

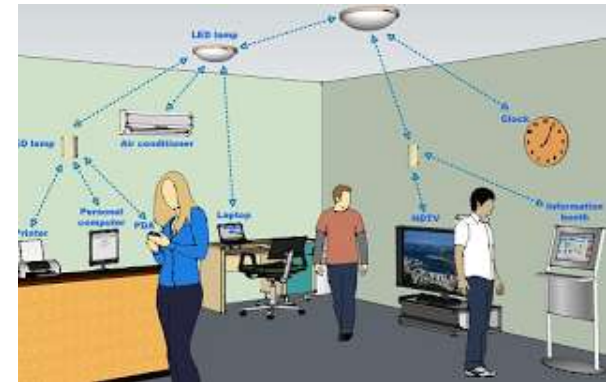
Participation consortium COST-OPTICWISE

2. Télécommunications

- **Communication par lumière visible (LiFi)**

Proposition de schémas innovants de transmission à très haute efficacité spectrale

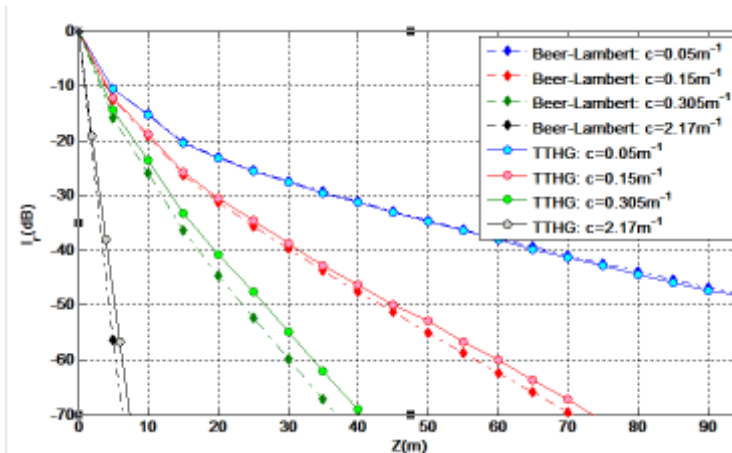
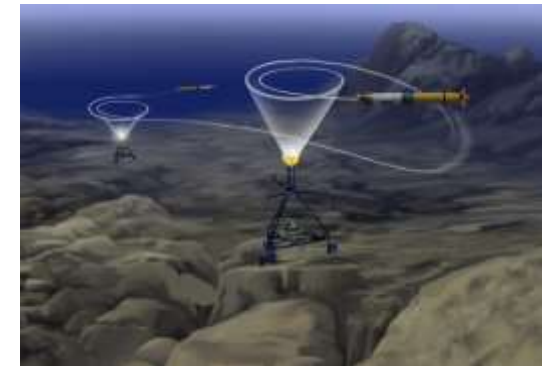
(prise en compte des caractéristiques non-idéales des composants opto-électroniques)



- **Communication optique sous-marine**

Caractérisation et modélisation du canal optique sous-marin

(simulateur de propagation d'onde)



Collaborations:
Ifremer, DCNS,
réseau COST-
OPTICWISE

3. Traitements et modèles pour la télédétection

3. Traitements et modèles pour la télédétection

• Etude des océans

- Etude interaction onde-surface pour les mesures radar et radiométriques :

Modélisation numérique =>

modèle électromagnétique 3D rigoureux

modèles approchés dédiés

modèles de mers non-linéaires

simulation du spectre Doppler

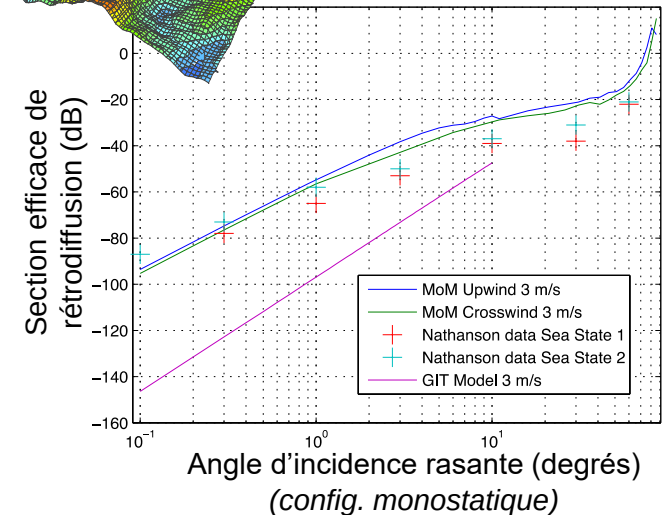
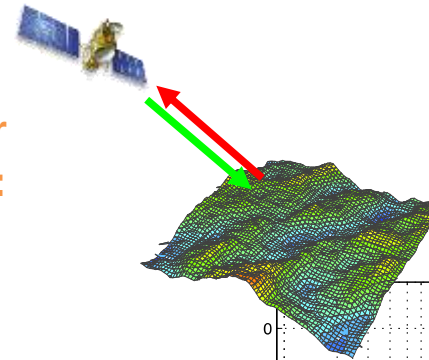
Echantillons de $65000 \lambda^2$ (8 millions d'inconnues)

Incidence rasante ($89,9^\circ$)

Conductivité finie (polar. V)

Thème 1

Collab. : MIO / Noveltis
contrat ESA / ESTEC



- Imagerie optique sous-marine en milieu profond:

Simulateur de la modification des propriétés de la lumière

Collab. : Ifremer
ANR Osifiost



Exemple d'appli :

restauration des
couleurs en
présence de neige
marine



3. Traitements et modèles pour la télédétection

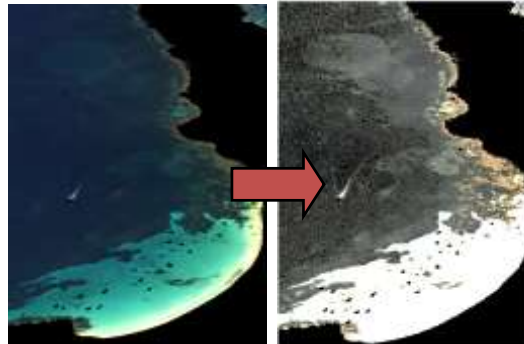
• Imagerie hyperspectrale

Exemples de résultat en imagerie aéroportée en zone côtière :

- Détection d'objets immergés et estimation des paramètres de la colonne d'eau :

filtres bathymétriques

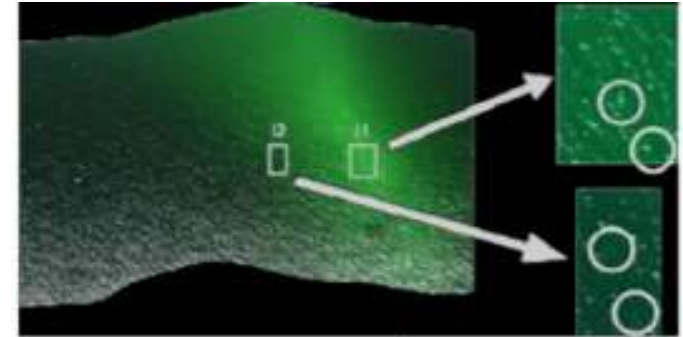
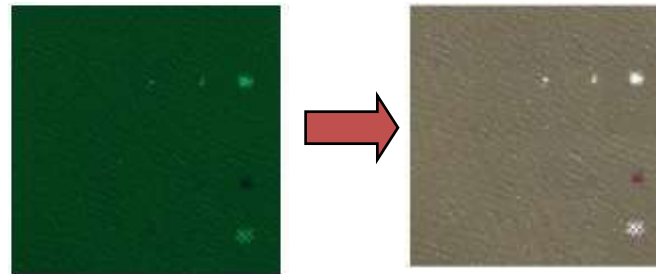
- Estimation des fonds marins



Zone de Porquerolles

- Estimation colonne d'eau + démixage aveugle :
identification des fonds marins

*Reconstruction du fond
avec cartes d'abondances
(modèles de mélange
linéaire / non linéaire)*



*Détection de cibles immergées (4.7m et 6.7m)
=> faible contraste + réflexion spéculaire*

*REI HypLitt, projet TOSCA
HypMed, ANR HypFoM
Collab : IRAP, LOV, LSIS, CS-SI*

3. Traitements et modèles pour la télédétection

• Imagerie SAR polarimétrique et interférométrique

Contexte : mesure de la biomasse à l'échelle planétaire

Projet BIOMASS de l'ESA – Collaboration ONERA Salon de Provence - CNES

Principaux résultats :

1) Précision sur la hauteur de végétation :

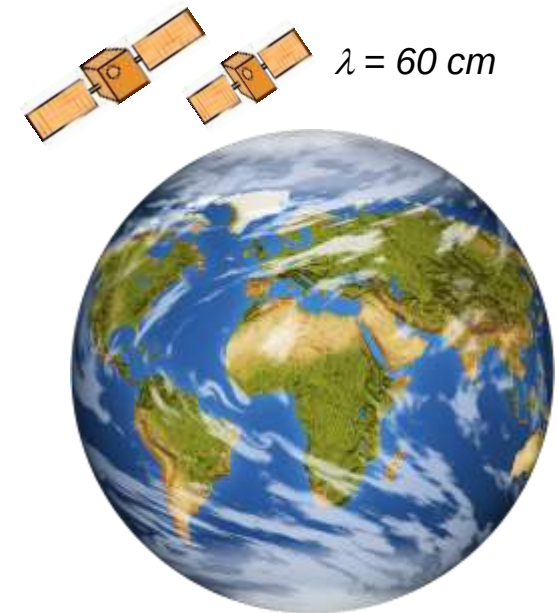
limitée par information de Fisher des échantillons, et non par estimateurs.



Ex: Forêt des Landes => *précision ~ 1m*
pour échantillon de 200 pixels

2) Quantification de la **perte de précision** lors de la mise en œuvre de configurations simplifiées

3) Développement méthodologique pour la recherche du groupe d'invariance statistique du problème ➡ **paramètres de contraste rigoureux.**

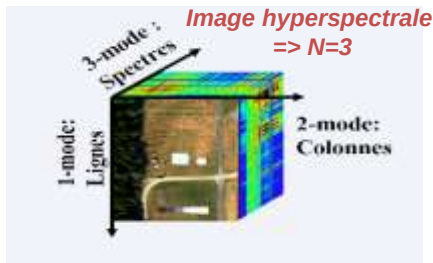


4. Éléments méthodologiques pour l'image et le signal multidimensionnel

4. Éléments méthodologiques

• Méthodes de traitement du signal multidimensionnel

Modélisation tensorielle : Ensemble des données $\Leftrightarrow$ tableau à N entrées (**tenseur**)



$$\underbrace{\mathcal{R}}_{\text{Tenseur observé}} = \underbrace{\mathcal{X}}_{\text{Tenseur signal}} + \underbrace{\mathcal{B}}_{\text{Tenseur bruit}}$$

Estimer le tenseur signal $\mathcal{X}$ à partir du tenseur d'observation $\mathcal{R}$

➡ **données = entité globale**

*Collaborations:
Actionair-environnement,
DGA, IntuiSense*

- **Généralisation des méthodes matricielles**

- **Application aux images hyperspectrales**

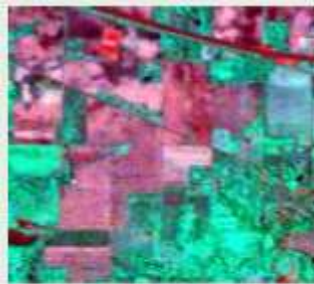
- Estimation du rang optimal
- Réduction de dimensions
- Filtrage – débruitage



Amélioration sur :

- Classification
- Détection

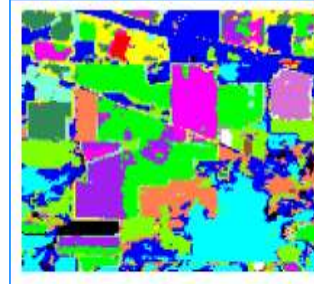
Classification



AVIRIS



Ground truth



SVM after PARAFAC

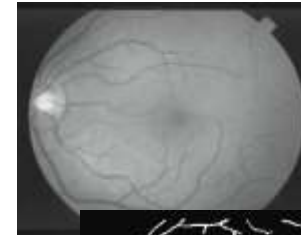
4. Éléments méthodologiques

• Traitement des images médicales

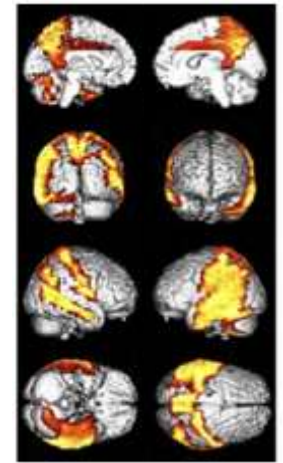
- **Poursuite statistique locale** pour la segmentation du réseau vasculaire rétinien
- **Classification de textures hyperspectrales**
- **Sélection d'attributs** pour la classification d'images TEP du cerveau

Collab : CHU de la Timone et Cerimed

↪ membres nouvelle
équipe **Imothep**



Arbre vasculaire
segmenté



Régions pertinentes
pour détection
d'Alzheimer

• Segmentation d'images fortement bruitées

- Complexité Stochastique => sans paramètre à régler
- Mise en œuvre efficace (*8 calculs en parallèles sur un seul processeur*)

Technique 2-régions ultra-rapide
et non-supervisée



(254 x 318 pixels)

Données
Thalès-TRT / IOGS



Temps calculs :
1,6 millisecondes
(PC standard)

Application : système d'imagerie polarimétrique
actif piloté par algorithme de segmentation

ANR AutoPol
(collab : IOGS, Thalès TRT)

Bilan

Janvier 2011 – juin 2016

Effectifs au 30 juin 2016 : **10.05** enseignants-chercheurs

1.23 chercheurs

0.35 IATSS

10.6 doctorants (**20** thèses soutenues sur la période)

1 CDD

- **103** publications (RICL) + **2** brevets
- Contrats institutionnels sur financement public : **~650 k€** (dont **5 ANR**)
- Contrats industriels : **~133 k€**

Collaborations avec acteurs socio-économiques :

- Grands organismes : *ONERA, CNES, Ifremer, CEA*
- Entreprises :
 - PME : *~12*
 - Grands groupes : *Thalès TRT, Thalès TOSA, Thalès Communication and Security, PSA Peugeot-Citroën, DCNS, Bull-Amesys, ...*