

Institut Fresnel

UMR 6133

Équipe GSM

Groupe Signaux Multidimensionnels

2006-2010



Moyens Humains

194 Homme/mois ETP d'enseignants-chercheurs =
16,16 ETPR , pour les 4,5 ans évalués

Soit 3,6 ETPR / an en moyenne

Au 31 juillet 2010:

8 EC Permanents

6 ECM

2 UPCAM

12 Doctorants

entre juin 2006 et juin 2010

- 15 doctorants recrutés
- 12 thèses soutenues

En moyenne par an :

- 3,5 doctorants entrants,
- 3,5 sortants
- 15 actifs dans l'équipe

Thèmes de Recherche

Thème 3 : TS vidéo

Sujets: Détection, poursuite, reconnaissance et interprétation des vidéos

Thème 1 : TS tensoriel

Sujets: Filtrage, codage, détection, localisation

Thème 2 : TS multidimensionnel

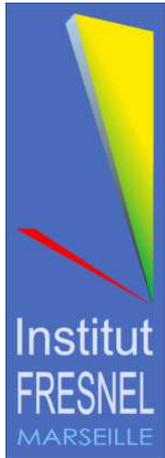
Sujets: Restauration, segmentation, codage des données multi-composantes

— TS Tensoriel —

— TS N-Dim —

— TS Vidéo —

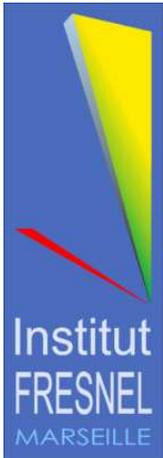




Thème 1 :

Traitement du Signal Tensoriel

- **Mots clef :** Algèbre multilinéaire, Tucker, PARAFAC, filtrage, détection, classification, démixage
- **Équipe :**
 - M. Guillaume
 - C. Fossati
 - J. Marot
 - M. Adel
 - S. Bourennane
- **Thèses:**
 - 2004-2007 : J. Marot ($\frac{1}{2}$)
 - 2005-2008 : N. Renard
 - 2006-2009 : D. Letexier, A. Huck
 - 2007-2010 : R. Sabatier
 - 2009-2012 : A. Cailly / X. Liu



Signal tensoriel : exemples

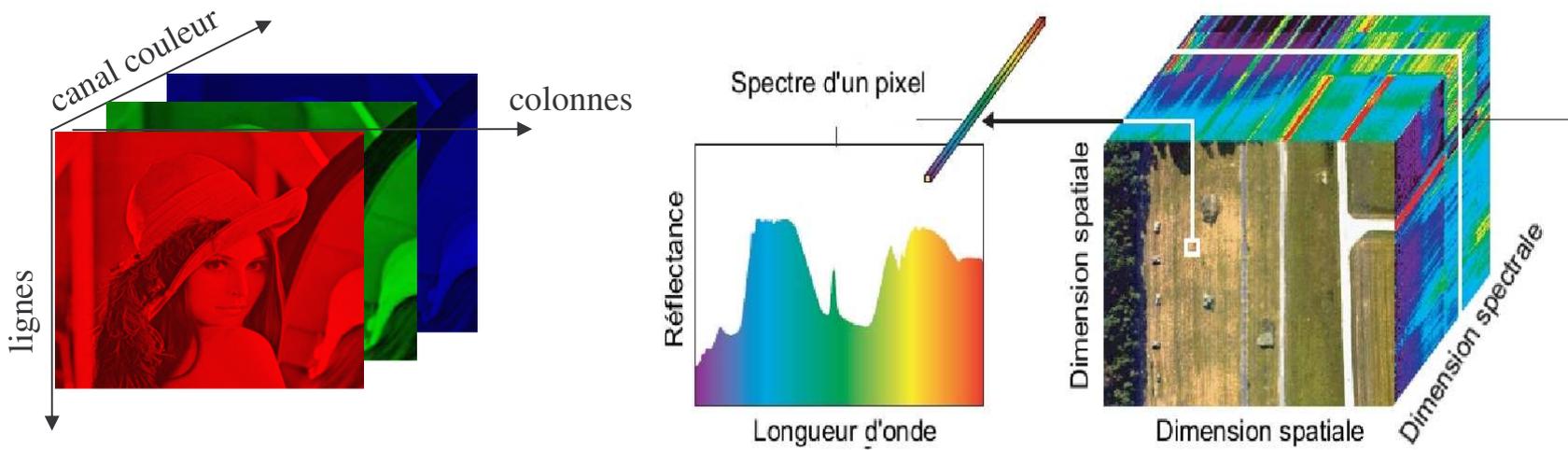
Image couleur

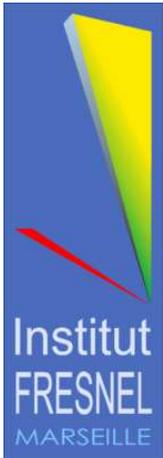


Tenseur d'ordre 3

$$X \in \mathcal{R}^{I_1 \times I_2 \times I_3}$$

Image hyperspectrale



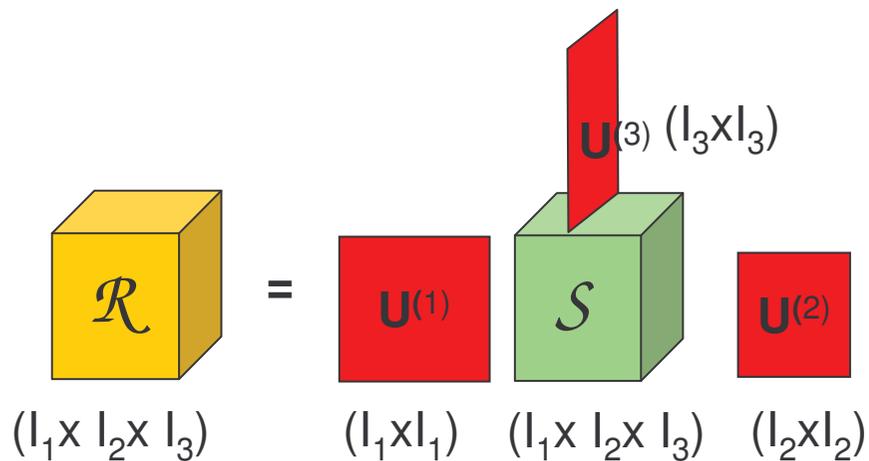


Traitement tensoriel : exemples

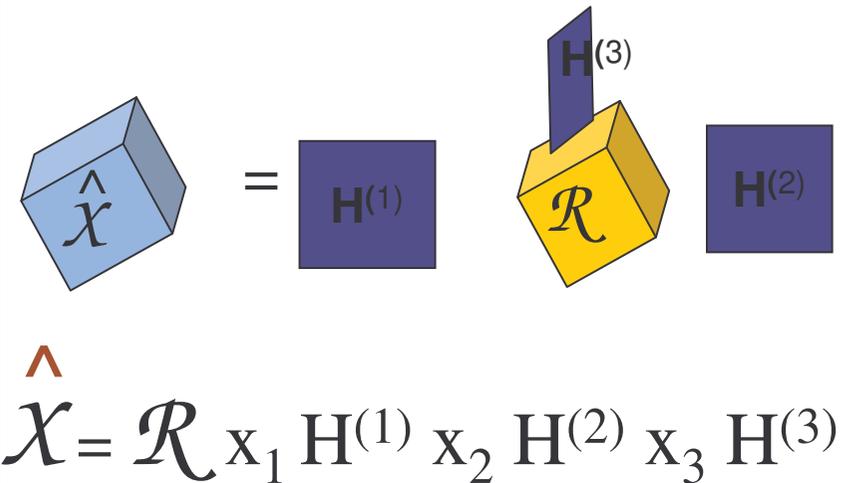
Modélisation du signal tensoriel

$$\mathcal{R} = \mathcal{X} + \mathcal{N}$$

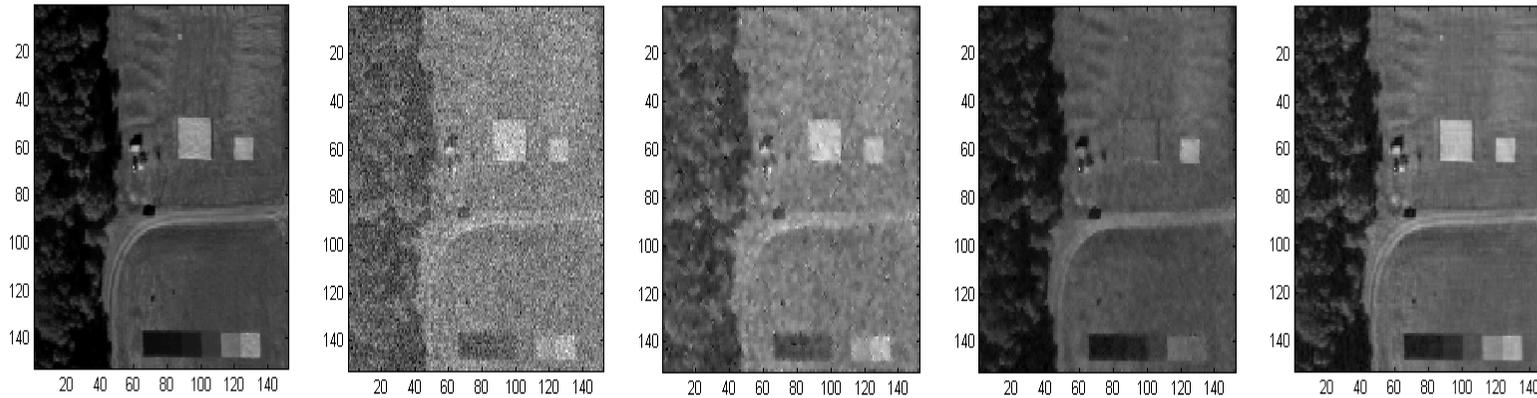
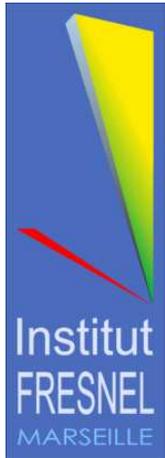
Décomposition tensorielle
(HOSVD/HOEVD)



Filtre de Wiener tensoriel



Filtres $\mathbf{H}^{(1)}$, $\mathbf{H}^{(2)}$ et $\mathbf{H}^{(3)}$ sont estimés
conjointement avec l'algorithme ALS



Initiale
158 bandes

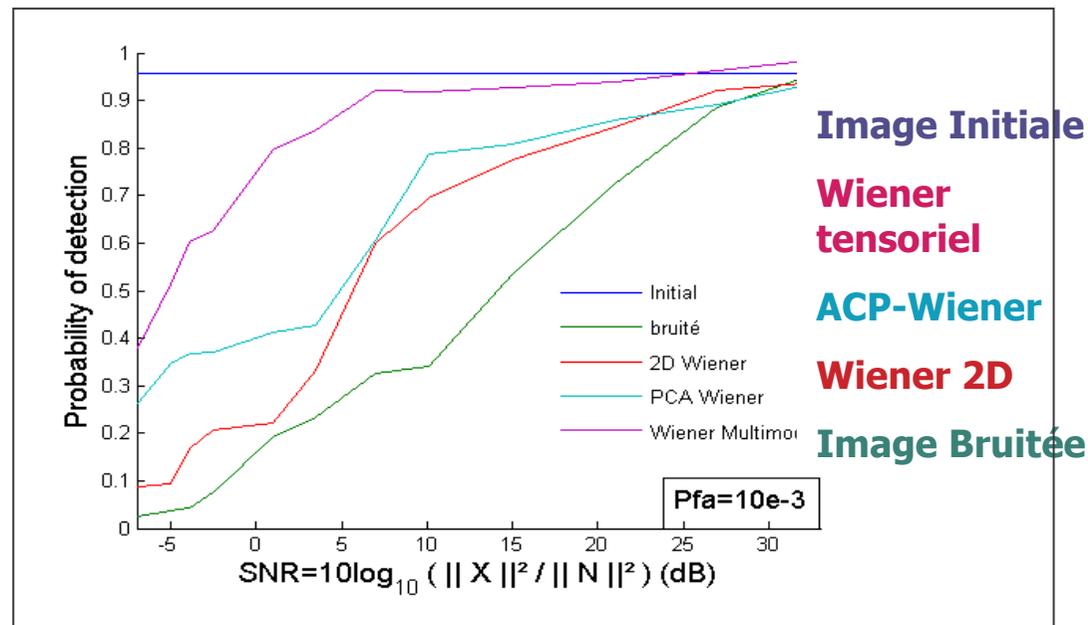
Bruitée
SNR=6.6 dB

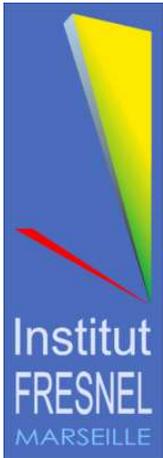
Wiener 2D

ACP-Wiener

Wiener
tensoriel

Détection de cible





Réduction de la dimension spectrale pour la classification

158 bandes spectrales
Image moyenne



$$\mathcal{X}_T = \mathbf{P}^{(1)} \mathcal{X} \mathbf{P}^{(2)}$$

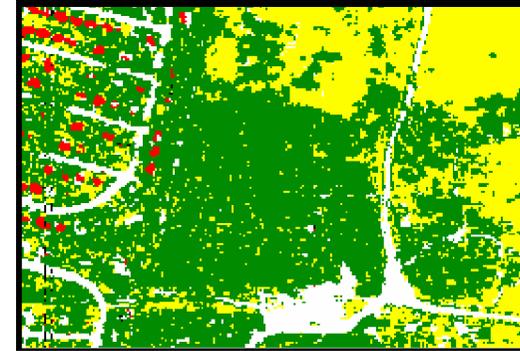
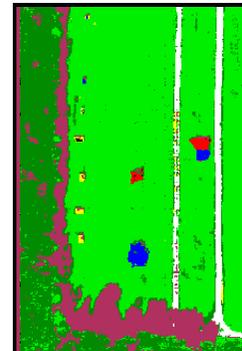
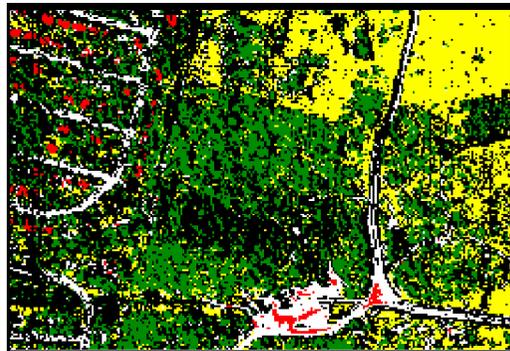
Méthodes :

Classiques

PCA
PP

Tensorielles

$\text{LR}T\text{A}_{dr}-(K_1, K_2, p)$
 $\text{TUCKER}2/\text{PP}_{dr}-(K_1, K_2, p)$

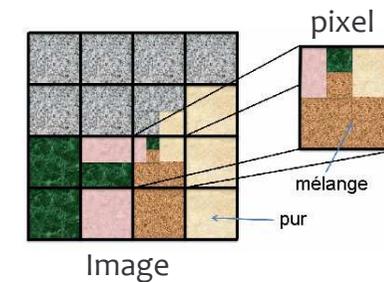


Démélangeage spectral

Images hyperspectrales \longrightarrow résolution spatiale ?

Modèle Mélange Linéaire : $X=AS$

📍 pixel=mélange de “endmembers”

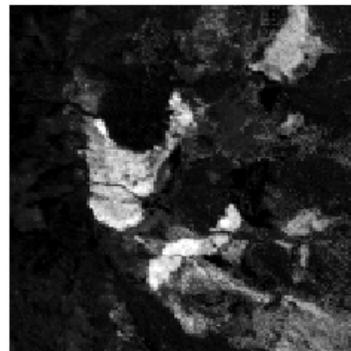


Objectif

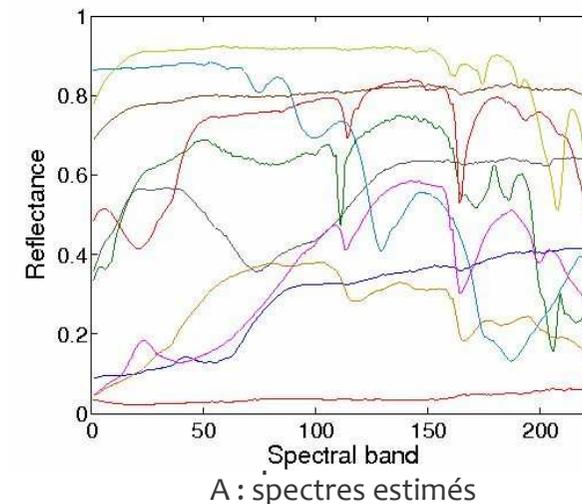
- Estimer les spectres **A** et les abondances **S** des endmembers

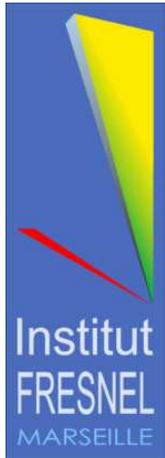
Notre contribution :
algorithmes de démélangeage
MINIDISCO, MDMD-NMF

- Contraintes de régularisation sur les spectres et les abondances
- Estimation robuste par NMF



S_i : carte d'abondance estimée
Données AVIRIS « Cuprite »



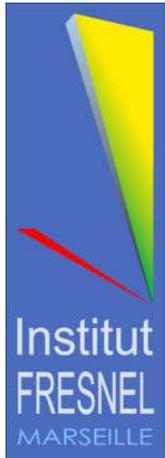


Thème 2 :

Traitement du Signal Multidimensionnel

- **Mots clef** : algèbre linéaire, estimation, filtrage, suivi, contours,
- **Équipe** :
 - M. Guillaume
 - C. Fossati
 - M. Adel
 - A. Khalighi
 - S. Derrode
 - J. Marot
 - S. Bourennane

- **Thèses** :
 - 2003-2006 : M. Bouri / Z. Saidi
 - 2004-2007 : J. Marot ($\frac{1}{2}$)
 - 2006-2009 : A. Huck
 - 2007-2010 : D. Han / F. Xu
 - 2008-2011 : R. Khelifi / Y. Yin / H. Jiang / A. Moussaoui
 - 2009-2012 : S. Jay / Y. Zhang



Détection d'anomalies

Images hyperspectrales → pixels anormaux
Détection non supervisée

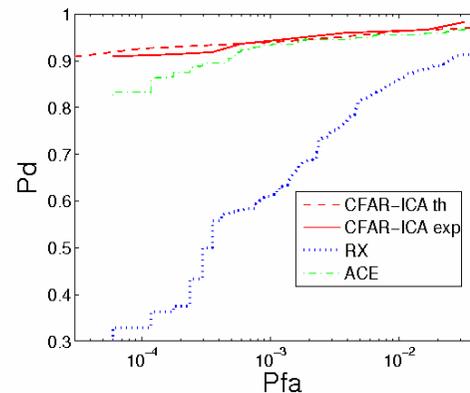
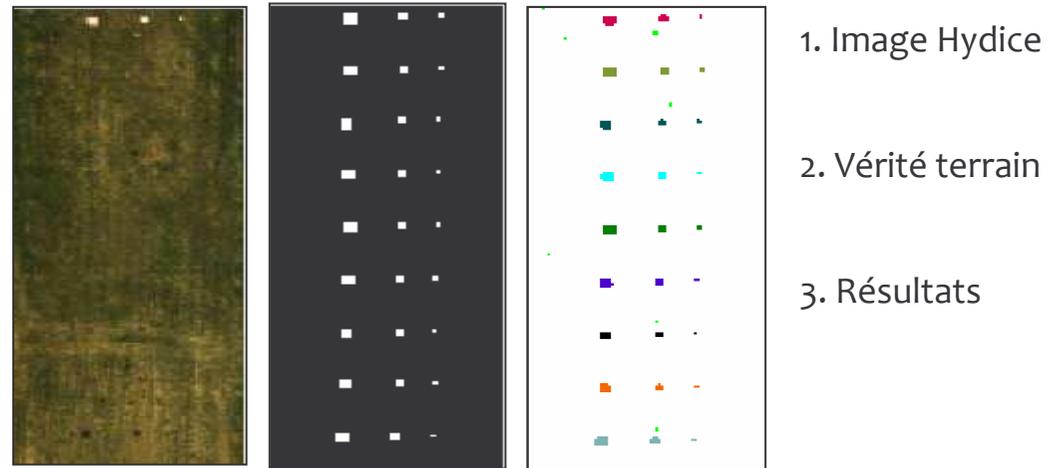
🔍 Poursuite et détection discriminante de pixels anormaux

État de l'art

- Détection TFAC, non discriminante
- Séparation de sources, ACI.

Notre contribution : CFAR-ICA

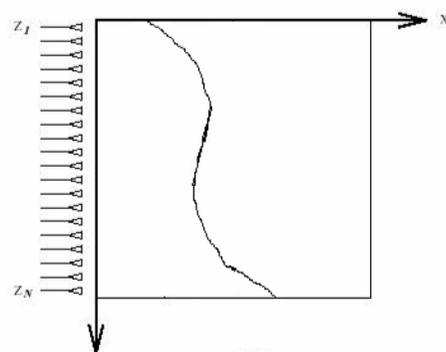
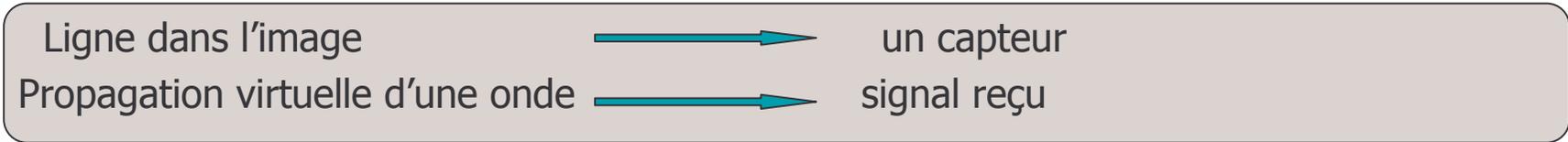
- Modélisation des pixels anormaux loi bernoulli-gaussienne
- Projection sur les directions anormales
- Détection non supervisée, TFAC et discriminante
- Amélioration des performances



Courbes COR

RX: détection non supervisée
ACE : détection supervisée
CFAR-ICA : détection non supervisée

Estimation de contours par traitement d'antenne

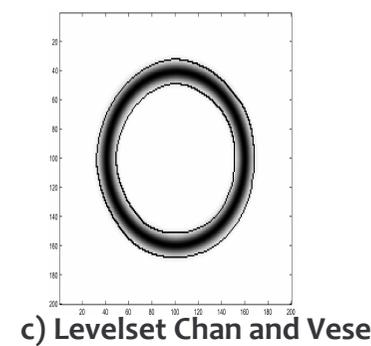
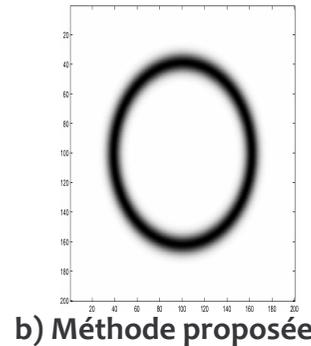
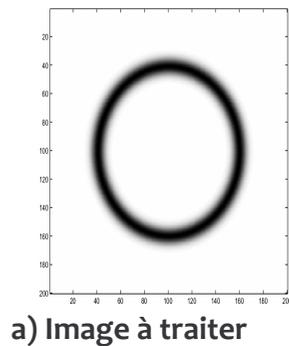


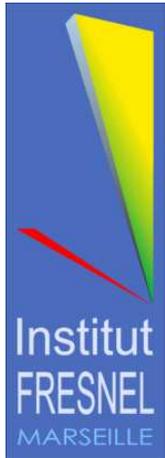
$$z_l = \sum_{c=1}^M I(l, c) e^{-j\mu c}$$

$$l = 1, \dots, N$$

Génération du signal

Méthode algébrique d'estimation des paramètres d'une droite (initialisation)
 Estimation du « contour » : Déformation de la droite, méthode d'optimisation





Application industrielle

Application médicale

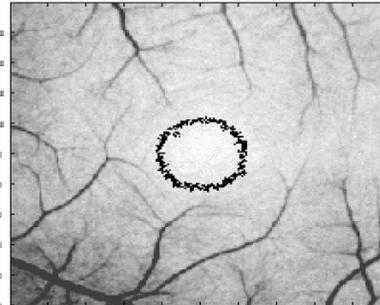
Application biométrique

Cybernetix



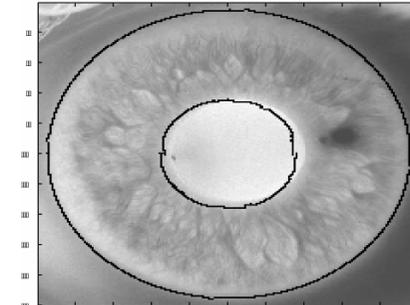
Localisation de rails

Hôpital nord

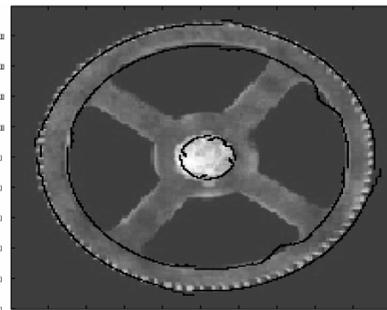


Angiographie : localisation de la fovea

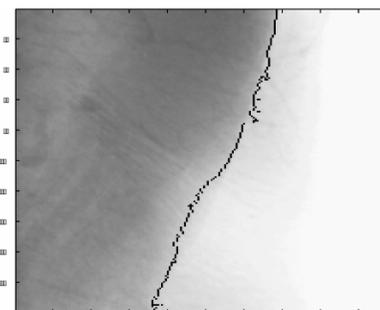
ST Microelectronics



Localisation de l'iris



Contrôle de qualité : pièce d'horlogerie

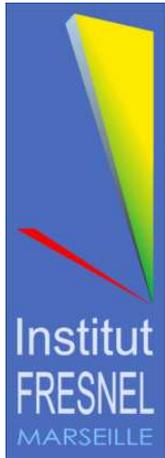


Mammographie : détection du muscle pectoral

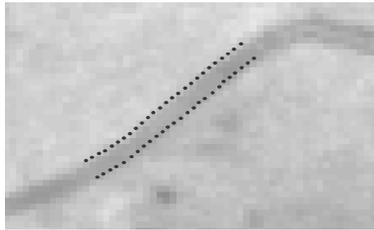
Temps de calcul : 1s à quelques secondes

Robuste au bruit

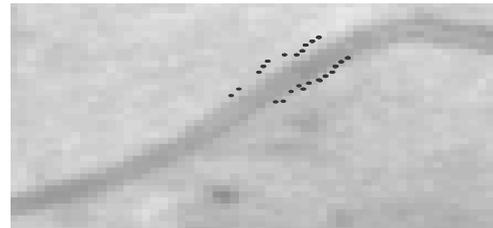
J. Marot and S. Bourennane, Subspace-Based and DIRECT Algorithms for Distorted Circular Contour Estimation, IEEE Trans. on Image Processing, pp. 2369-2378, september 2007.



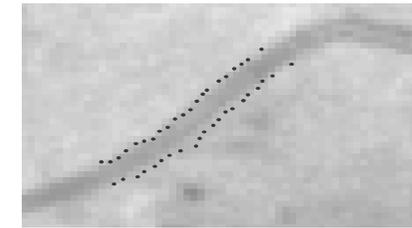
Localisation automatique de l'arbre vasculaire rétinien



Localisation manuelle- médecin



Tracking par corrélation avec un modèle

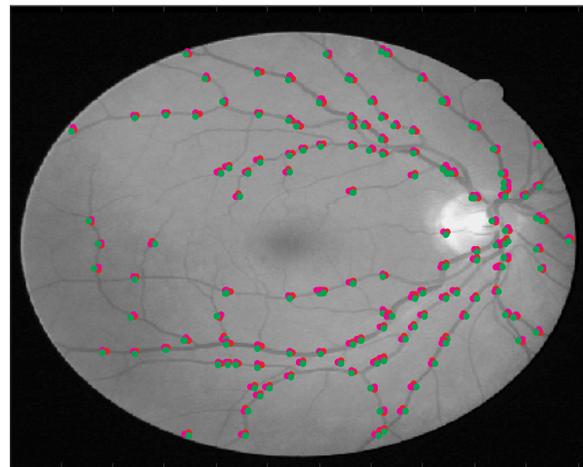


Résultat de la méthode proposée

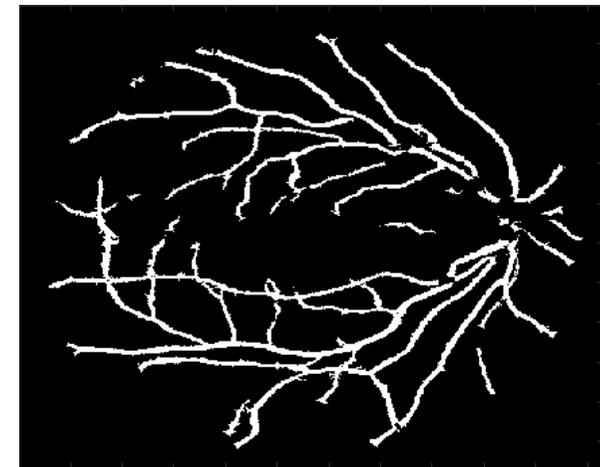
Tracking statistique local



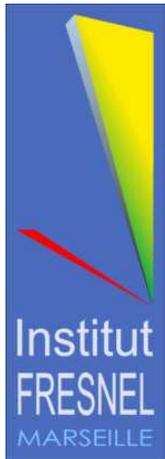
Image d'un fond d'oeil



Initialisation du tracking statistique



Résultat de la segmentation

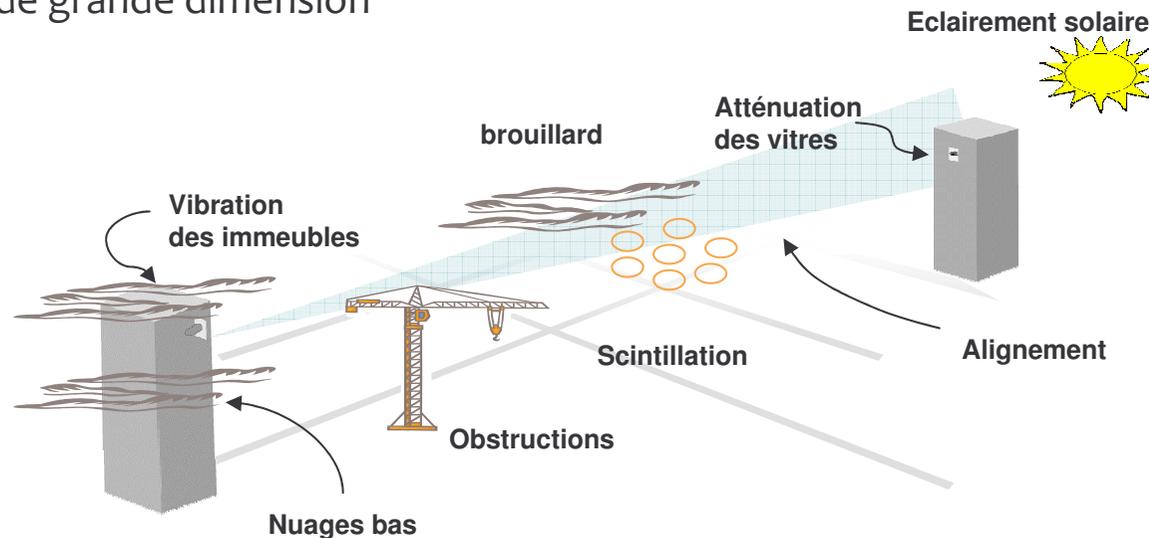


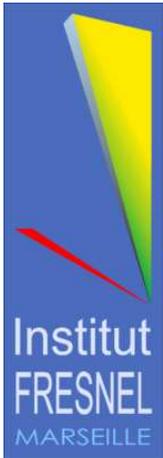
Télécommunications optiques aériennes (FSO)

- Atouts : Haut débit (Gb/s), faible coût, déploiement facile, sécurité, certificat non requis, indépendant du protocole
- Challenges : turbulences atmosphériques (fading), phénomènes météorologiques, bruits du récepteur et de fond, pointage et alignement...

► Diversité temporelle et spatiale pour réduire le fading

- Code convolutif simple : bon compromis entre complexité et performances
- Utiliser plusieurs lentilles (de dimension moyenne) est plus efficace qu'une lentille de grande dimension



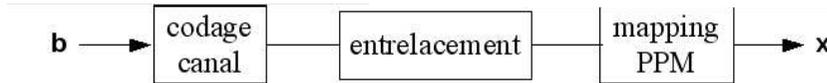


Adaptation des modulations PPM aux systèmes FSO

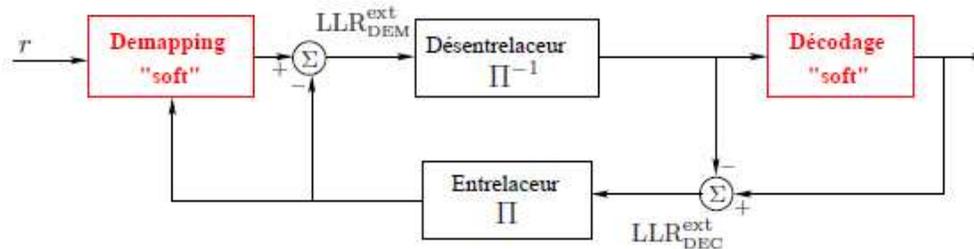
- PPM (Modulation par position des impulsions): efficace au niveau de l'énergie moyenne émise

Solution proposée :

Émission : Utiliser un code convolutif binaire



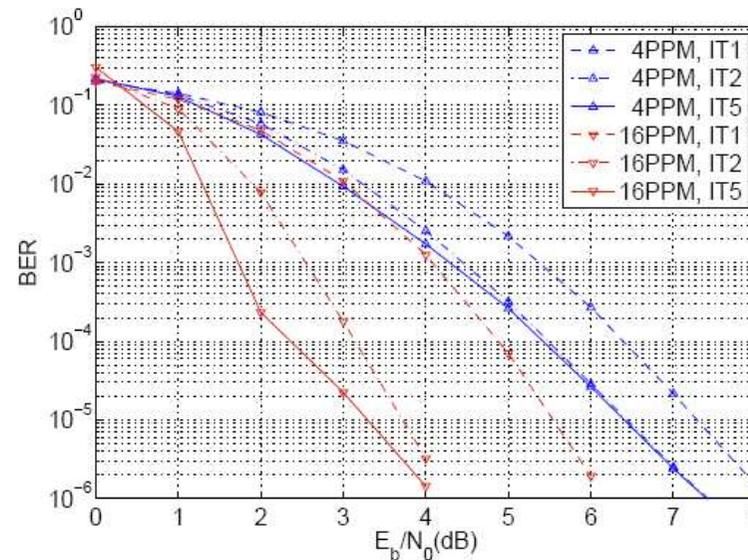
Réception : Détection et le décodage itératifs

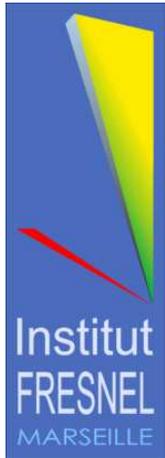


Performances quasi-optimales avec une complexité raisonnable pour une implémentation en temps réel

Étude de cas :

Canal AWGN, code RSC (1,5/7)₈

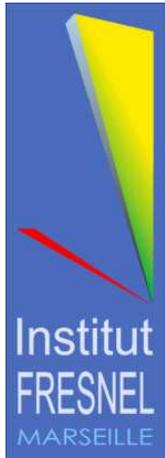




Thème 3 :

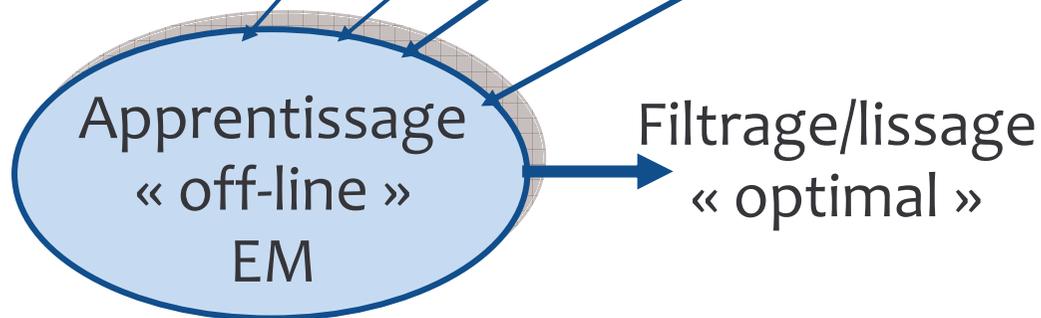
Détection, reconnaissance et interprétation dans les séquences vidéo

- **Mots clef :** vidéo, détection, identification, suivi, reconnaissance
- **Équipe :**
 - S. Bourennane
 - J. Marot
 - C. Fossati
 - S. Derrode
- **Thèses:**
 - 2005-2008 : W. Ketchantang / S. Conseil / Y. Caulier
 - 2006-2009 : L. Martin
 - 2007-2010 : M. A. Chermi



Filtre de Kalman non supervisé

$$\begin{cases} X_{n+1} = F X_n + B_w \\ Y_{n+1} = H X_{n+1} + B_v \end{cases}$$

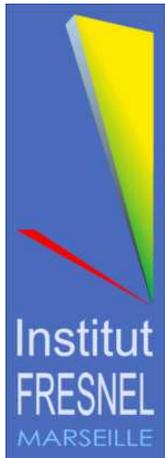


App. 1: Filtrage d'images



App. 2: Poursuite d'un iris





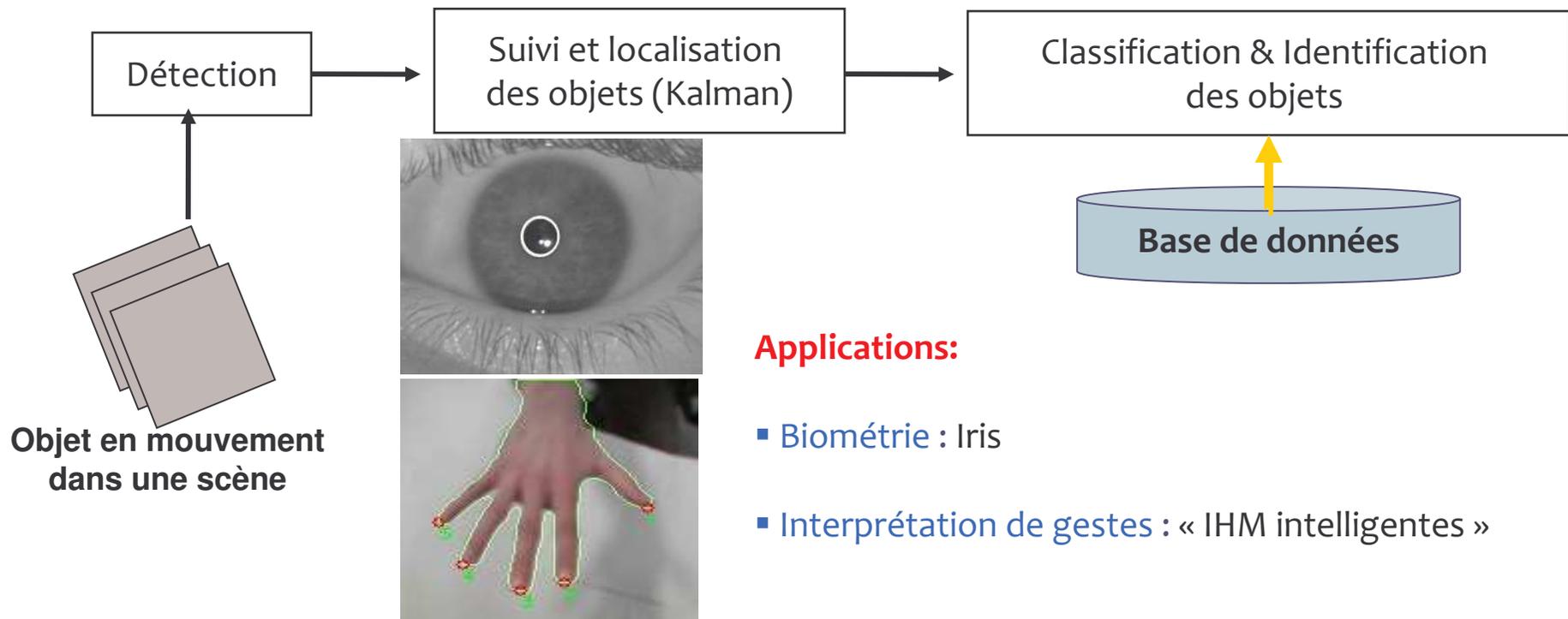
Suivi d'objets dans des séquences vidéo

Objectifs :

- Détecter et suivre des objets dans des flux vidéos
- Reconnaître / Identifier ces objets

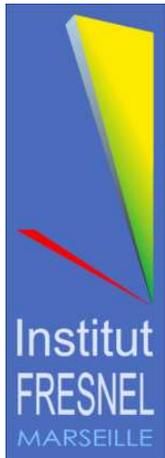
Collaboration

Projets PACA :
collaboration avec
ST Micro., 3DFeel



Applications:

- Biométrie : Iris
- Interprétation de gestes : « IHM intelligentes »



Interprétation de gestes : « IHM Intelligentes »

Objectifs :

- Interagir avec un ordinateur par gestes de la main
- Applications : écrans tactiles, jeux vidéos

Méthode de suivi :

Suivi **2D** des bouts des doigts par filtrage de Kalman



Collaboration

Projets PACA : collaboration avec ST Micro., 3DFeel

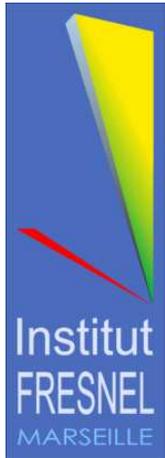
Reconnaissance des gestes:

Classification à partir d'une base d'apprentissage (descripteurs de Fourier)

Tests réalisés sur une base de données (11 gestes, 18 personnes) taux de réussite 86% pour une image



S. Bourennane, C. Fossati, Comparison of shape descriptors for hand posture recognition in video, SIViP, August 2010. + 1 brevet



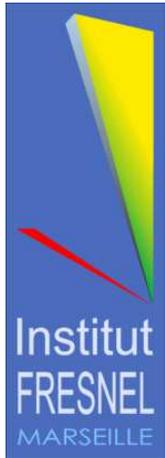
Bilan Production Scientifique

au 15 juin 2010

- **64 ACL** (*Articles dans revues internationale avec comité de lecture*)
 - Soit en moyenne **4,5 ACL / an / ETPR**
 - Dont **34 % dans des revues IEEE**
- **44 ACTI** (*Communications avec actes dans congrès international*)
- **19 ACTN** (*Communications avec actes dans congrès national*)
- **4 INV** (*Conférences sur invitation du Comité d'organisation*)
- **4 COM** (*Communications sans actes dans congrès internat. ou nat.*)

Soit une moyenne de **5 conférences /an / ETPR**

- **2 DO** (*Direction d'ouvrages ou de revues*)
- **5 OS** (*Ouvrages scientifiques - ou chapitres de ces ouvrages -*)
- **3 AP** (*Autre Production ou Média*)
- **4 Brevets**



Bilan Thèses - HDR

- **HDR soutenues : 3**
 - 2 qualif. en 61° section
 - 1 qualif. en 61° et 63° section

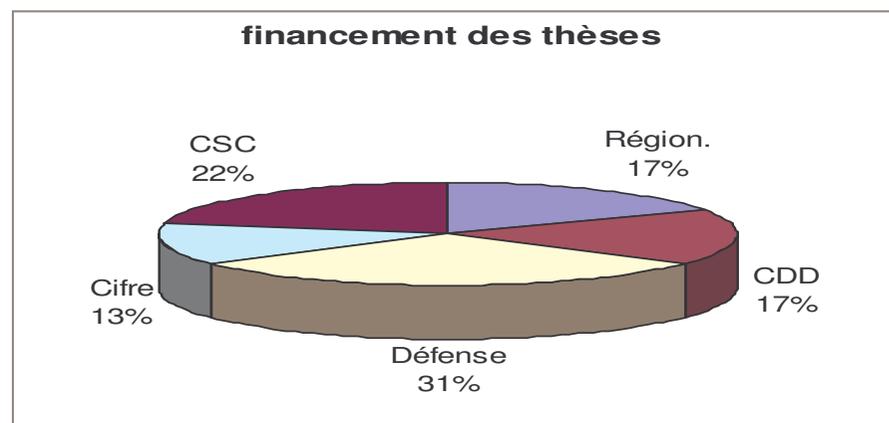
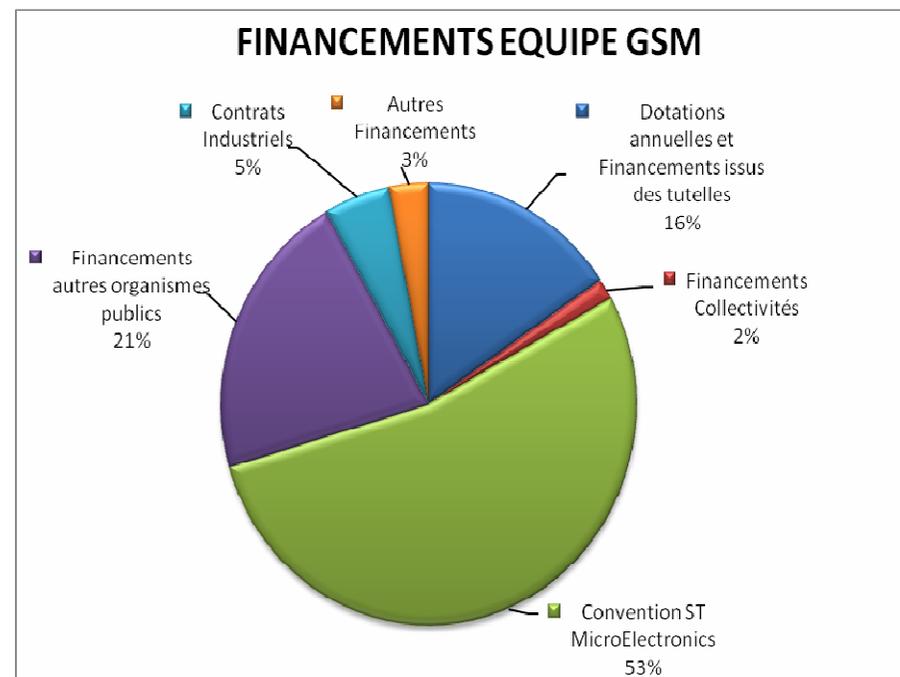
- **Thèses soutenues : 12**
 - Avec **3 ACL et 3,5 ACTI en moyenne** par doctorant
 - Doctorants tous insérés dans la vie professionnelle :
 - 1 **post-doc**
 - 5 **ingénieurs** privé (STMicroelectronics, Magellium, Photonis, Safran Morpho, Thalès)
 - 3 **chercheurs** (2 France, 1 Allemagne)
 - 3 **Enseignants chercheurs** (2 France , 1 Canada)

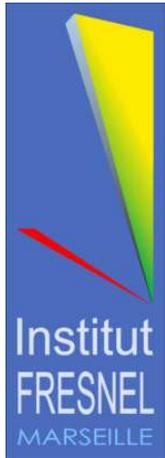
- **6 bénéficiaires d'une PEDR ou PES**

Bilan Financier

Dotations Annuelles et Financements issus des Tutelles	76 036 €
Convention ST MicroElectronics	268 816 €
Financements Collectivités	7 490 €
Financements Autres Organismes Publics	104 672 €
Contrats Industriels	25 116 €
Autres Financements	15 000 €
TOTAL	489 640 €

+ OSEO (82 000 € projet MUJI 2010)





Collaborations Industrielles Transfert et Valorisation

- Shaktiware
 - Projet Skipakage (sécurisation stations de ski)
 - projet **LOHM** (*Liaison Optique Haut débit entre un Mobile et une station fixe.*) Shaktiware, ONERA, IFREMER, SILIOS, SURVEY COPTER
- Programme « Rousset 2003-2008 » - ST MicroElectronics
 - « reconnaissance d'iris et études de nouvelles méthodes d'identification » **3 brevets**
 - « Interface homme-machine 3D pour environnement intelligent » - **1 brevet**
 - « Masques avancés »
- 3D feel
 - IHM intelligentes
- Intui-sense
 - Projet MUJI (Mobilier Urbain et jeux interactif).

Collaborations

- **Nationales :**

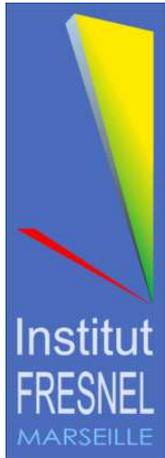
- **PACA :** LMA, CHU Timone et Nice, IFREMER Univ. Med., USTV, Univ. Nice, Univ. Corté
- **Rhône-Alpes :** GIPSA-lab
- **Savoie :** LISTIC
- **Bretagne :** ITI/ ENST , IRENAV, IETR
- **Île de France :** LSS, DGA

- **Internationales :**

- **Allemagne :** Fraunhofer IIS Erlangen
- **Belgique :** École Royale Militaire
- **Italie :** Univ. Pise et Rome
- **Tunisie :** ENSI Tunis, SUP'COM
- **Algérie :** LSC, Ecole Polytech. Alger
- **Canada :** INRS, Univ. Concordia
- **USA :** Univ. Stanford



Projets : ARCUS-CERES, BREMEX. *Thèses* en cotutelle ou en codirection



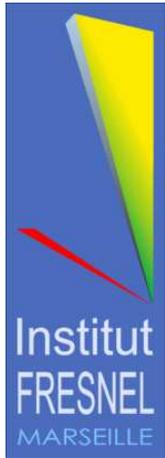
Rayonnement

● Conférences

- **Steering Committee** : ACIVS 2008, TAIMA 2007-09, LVA-ICA 2010
- **Program Committee** : 4 comités de conférences internat. /an/ ETPR, dont par ex.: SIP, EUSIPCO, IEEE-GCC...
- **Comité Editorial** : Advisory/editorial board IJSIP
- Sollicitation régulière de membres de l'équipe pour les **Comités de Rédaction de revues et conférences**
- **Organisation de Manifestations Scientifiques pour promouvoir:**
 - **La recherche pluridisciplinaire** : Colloques nationaux (laboratoires des ECs)
 - **La recherche « internationale »** : Colloques Franco-Canadien (2006), Italien(2008), Allemand (2010)

● Médias - Communication :

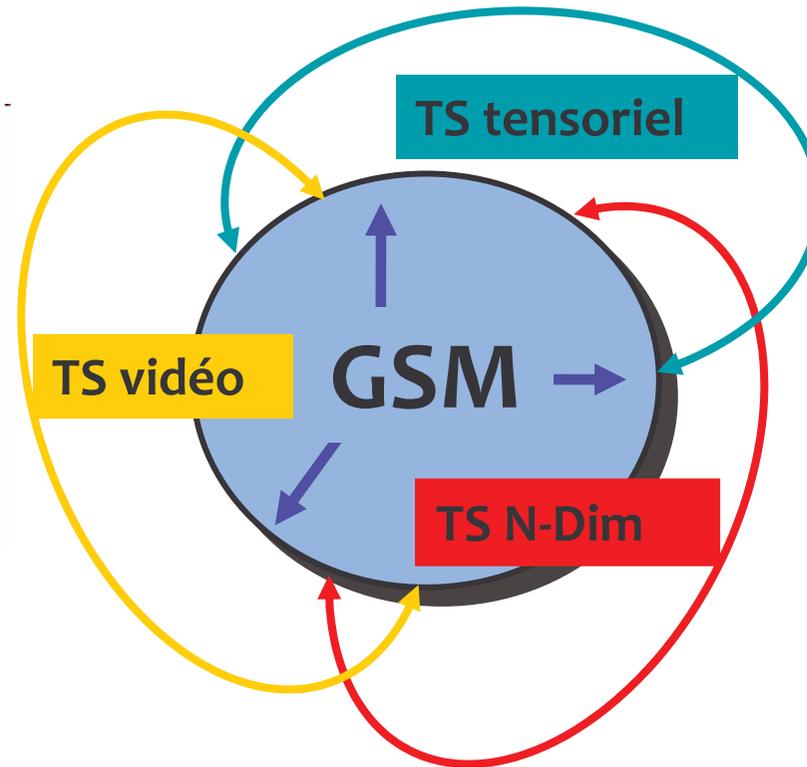
- Journal du CNRS N°225 « souriez vous êtes identifiés »
- Journal de TF1 21 Dec. 2008 « systèmes d'identification par analyse de l'iris »



Rayonnement

- **Activités d'intérêt collectif :**
 - **Conseils et comités :**
 - Multiples participations à des **Commissions de Spécialistes** et **Comités de Sélection** (ECM, UPCAM,USTV)
 - Membres (CA et CS) du **pôle de compétitivité** mondial SCS
 - Membre du **comité de pilotage** du pgr. ARCUS- CERES
 - Membres élus ou nommés au **Conseil de Laboratoire**, dans les **conseils d'ED** et dans les **CA, CS, CTP, CPE**, de l'ECM
 - **Implication** (administrative et pédagogique) **dans la formation** (L,M,D) pour l'ensemble des membres de l'équipe, dont :
 - Direction adjointe de l'ECM : T. Gaidon (2006-10)
 - Direction de la recherche de l'ECM : S. Bourennane (2004-10)
 - 1 dir. des études de licence pro IUT (M. Adel)
 - 1 dir. des études doctorales ECM (C. Fossati)
 - 1 resp. de master recherche (S. Bourennane)

Projet GSM



Traitement du signal tensoriel

- Poursuivre les **développements de méthodes tensorielles**, étudier les **performances statistiques** des différentes méthodes (3 bourses DGA,...)
- Développer le **traitement tensoriel pour la biométrie** (DGA, SAFRAN,...)
- Généraliser les concepts tensoriels à **l'imagerie hyperspectrale médicale** (Ministère, Mairie de Marseille,..)



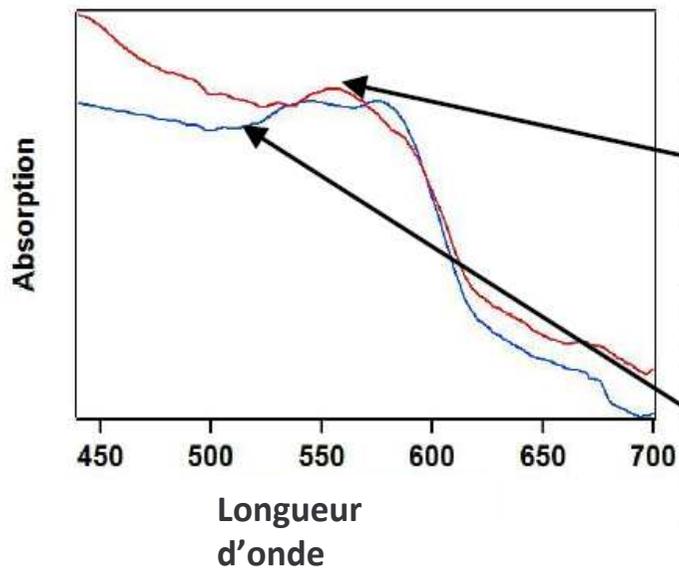
Photo © Fujitsu Limited

Analyse d'images hyperspectrales médicales



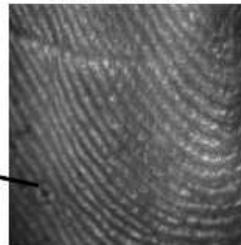
Image hyperspectrale de l'avant bras

Oxygénation du doigt

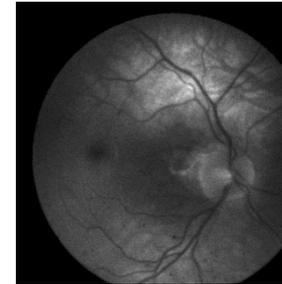
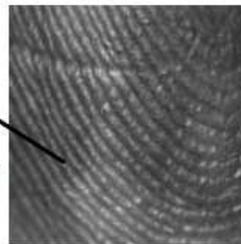


Signature spectrale d'un doigt

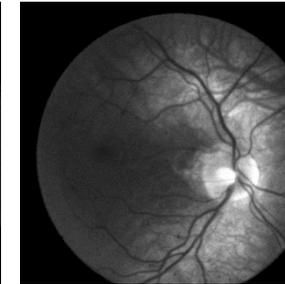
Ischemic



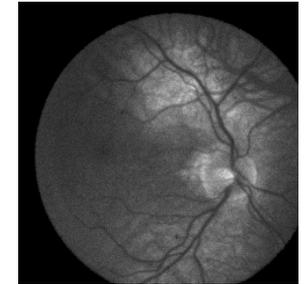
Normal



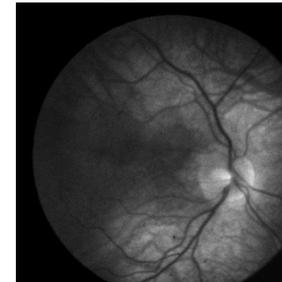
507 nm



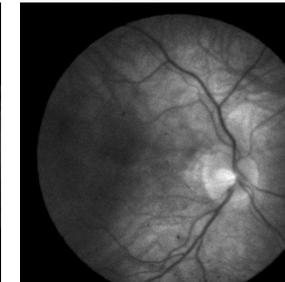
525 nm



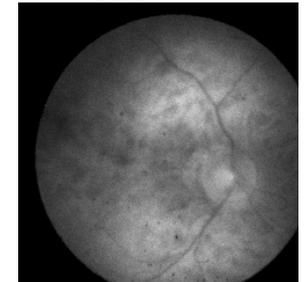
553 nm



584 nm



596 nm



617 nm

Images multispectrales du fond de l'oeil

Traitement Multidimensionnel / Tensoriel

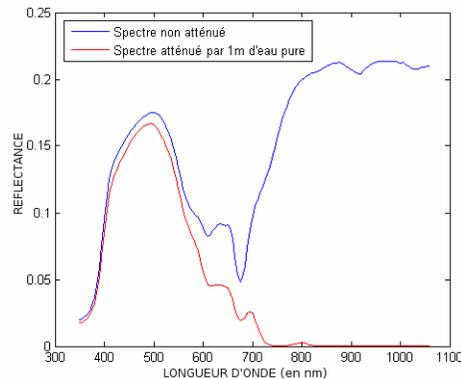
- Bathymétrie et détection d'objets immergés zone côtière
- Estimation de paramètres
- Démélangeage



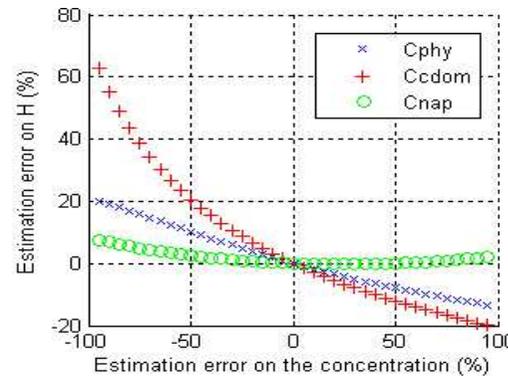
Projet REI "HYPLITT" (Recherche Exploratoire et Innovation, DGA)



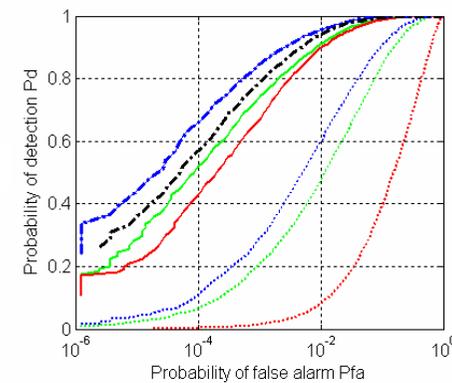
Application à l'environnement : détection de pollution marine



Atténuation d'un spectre (plastique bleu) par la colonne d'eau



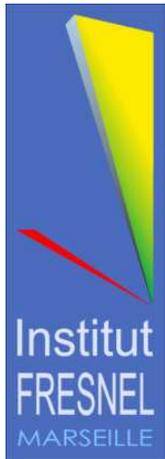
Estimation de paramètres Bathymétrie : influence de la composition de l'eau



Legend for ROC curve:
 MF (blue dotted), BMF (blue solid), AMF (green dotted), BAMF (green solid), ACE (red dotted), BACE (red solid), GBMF (blue dashed), GBF (black dashed)

Filtres GLRT bathymétriques

Détection avec paramètres Inconnus Eau turbide, H=14 m



Projet Européen **SENSEnet** (International Sensor Development Network)

Contexte : Réseau de capteurs dans le milieu marin
Chaque nœud du réseau est constitué de : caméras / capteurs, une unité de traitement, une batterie, et un émetteur/récepteur.

Applications : Etude des changements climatiques, pollution, surveillance des activités sismiques , sécurité...

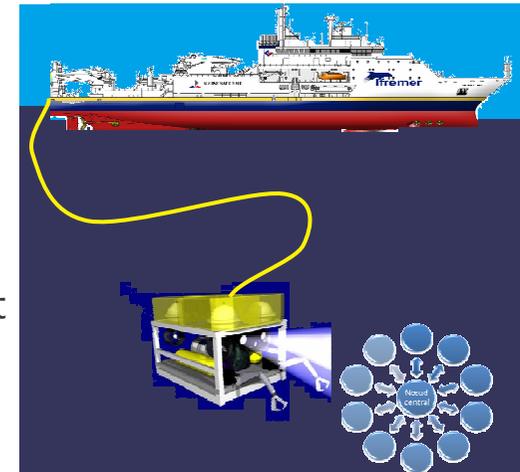
Challenges : Ressources (d'énergie et de calcul) limitées à chaque nœud, réseau reconfigurable, transfert fiable de données...

Relevé des données assuré par un robot sous-marin (ROV) en liaison optique sans-fil

Transmission des données :

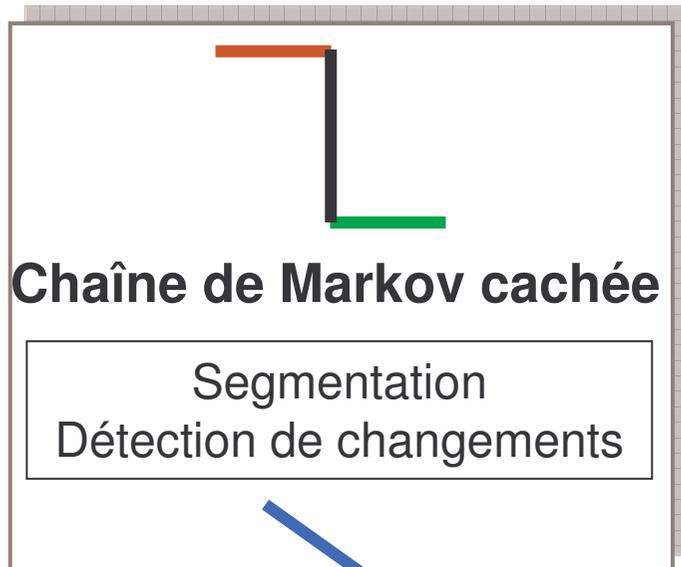
Entre les nœuds du réseau et le nœud central (débit moyen ~ 10 Mb/s)

Entre le nœud central et le ROV (très haut débit ~ Gbps)



Filtrage / Poursuite

Projet MUJI (financement obtenu Oséo-Région, FEDER et demande ANR)

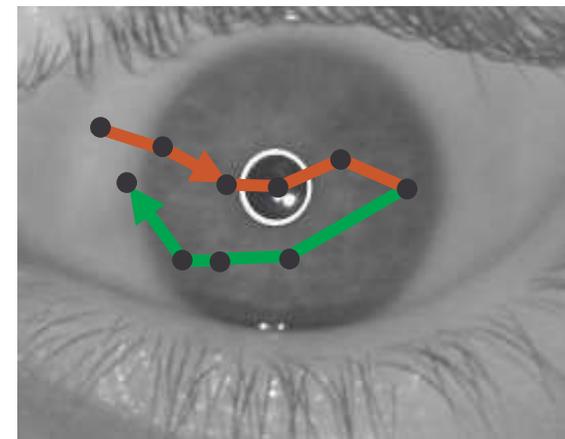


$$\begin{cases} X_{n+1} = F(\square) X_n + B_w(\square) \\ Y_{n+1} = H(\square) X_{n+1} + B_v(\square) \end{cases}$$

Filtres de Kalman à saut markoviens

Poursuite de cibles
Filtrage d'images

Bruit non-gaussien
(copules)
Apprentissage
automatique (EM)



Projet GSM

