

ParisTech: Groupe Santé et Sciences du Vivant

Pôle Bio-imagerie

Elsa Angelini, Telecom ParisTech

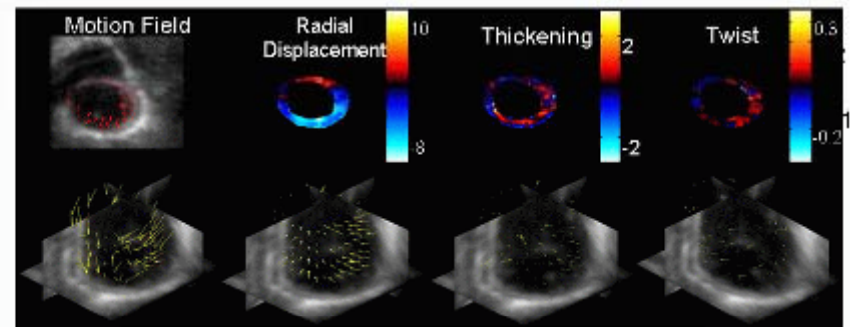
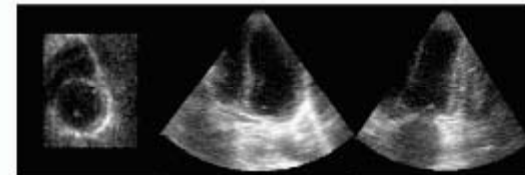
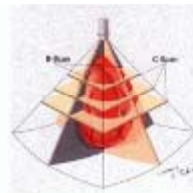
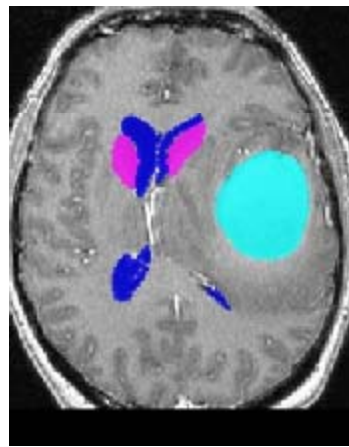
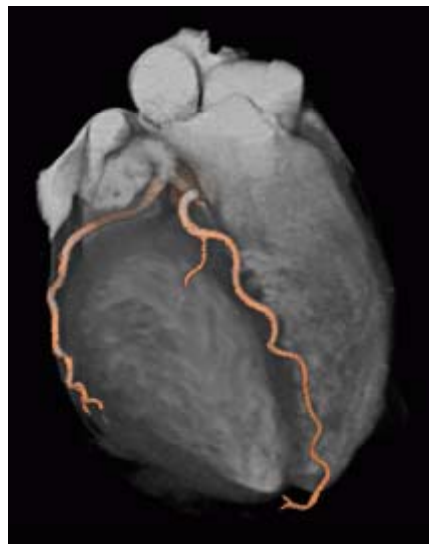
Karsten Plamann, ENSTA

8 écoles actives dans le domaine



Département Traitement du Signal et des Images

- **Intervenants :**
 - Elsa Angelini (elsa.angelini@telecom-paristech.fr)
 - Isabelle Bloch (isabelle.bloch@telecom-paristech.fr)
- **Compétences :** Traitement d'images médicales
- **Méthodes :** morphologie mathématique, logique floue, modèles déformables, analyse multiéchelles, débruitage, représentation des connaissances.
- **Applications :** IRM, CT, PET-SPECT, ultrasons. Imagerie cérébrale, imagerie cardiaque, imagerie pulmonaire, radiothérapie, mammographie.
- **Enseignement :**
 - Physique des modalités d'imagerie
 - Traitement du signal et des images
 - Méthodologie et applications en traitement d'images médicales
- **Participation à des Masters:**
 - Master informatique Paris 6 (spécialités IAD, spécialité Image) (co-habilités)
- **Partenariats :** CNRS, Pole MEDICEN, Cancéropôle Ile de France, IFR49, Nombreux hôpitaux parisiens
- **Entreprises :** Philips Healthcare, GE Medical Systems, Siemens Corporate Research, Dosisoft, Miniara, ...



problème du recalage

Information anatomique Information fonctionnelle

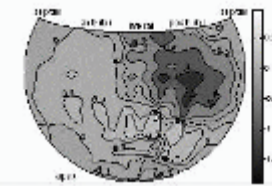
CT
512 x 512 x 47 voxels
0.8 x 0.8 x 7.0 mm

CT + PET

PET
128 x 128 x 171 voxels
4.2 x 4.2 x 4.2 mm



OF vs. manual tracing



OF vs. QLAB® segmentation

Modèle hybride

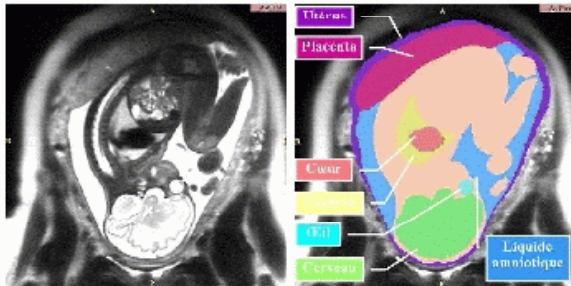
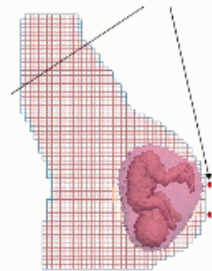
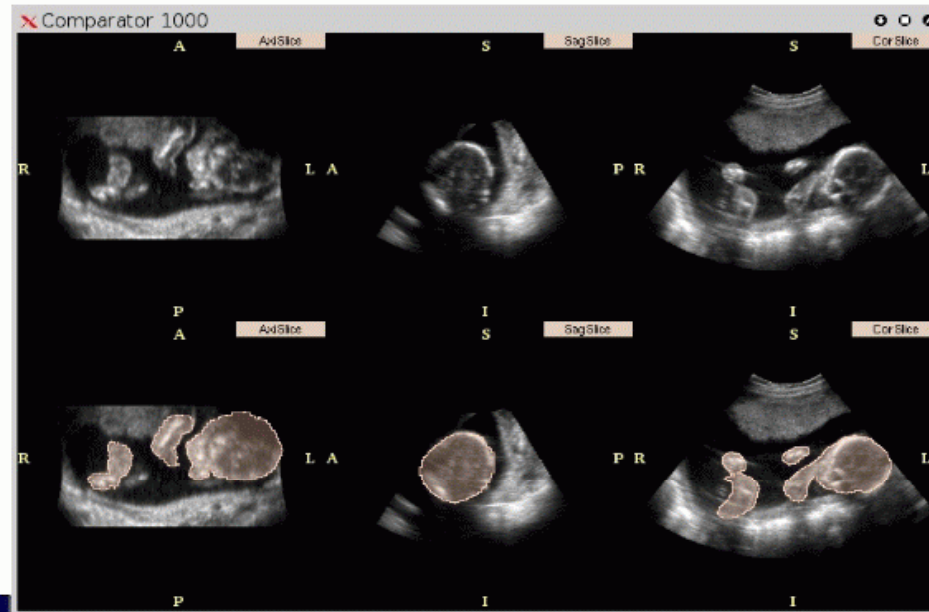
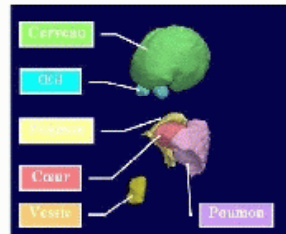
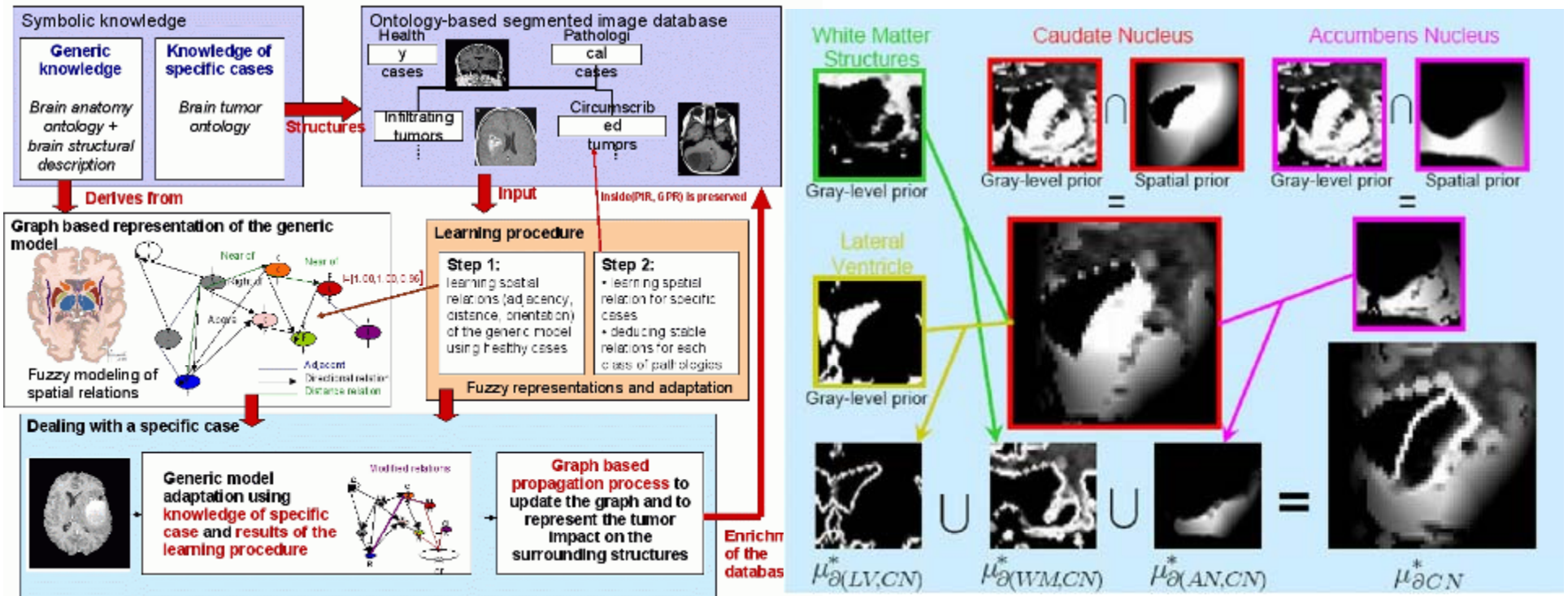


Figure 9 Données originales (à g.) et données étiquetées (à dr.)



Segmentation et modélisation à partir de données 3D ultrasonores et IRM



Centre de Morphologie Mathématique

- **Intervenants :**

- Jesus Angulo (angulo@cmm.ensmp.fr)
- Etienne Decenciere (etienne.decenciere@ensmp.fr)
- Fernand Meyer (meyer@cmm.ensmp.fr)

- **Compétences :** Traitement d'images

- **Méthodes :** morphologie mathématique, modèles aléatoires, traitement multi-spectral, graphes
- **Applications:** cytologie quantitative, analyse de puces à ADN, quantification de l'angiogenèse in vitro et in vivo, segmentation interactive d'images 3D (scanner, IRM, PET), analyse d'images de perfusion, analyse d'images de la rétine (rétinopathie diabétique, dégénérescence maculaire liée à l'âge), imagerie biologique et microscopique.

- **Enseignement :**

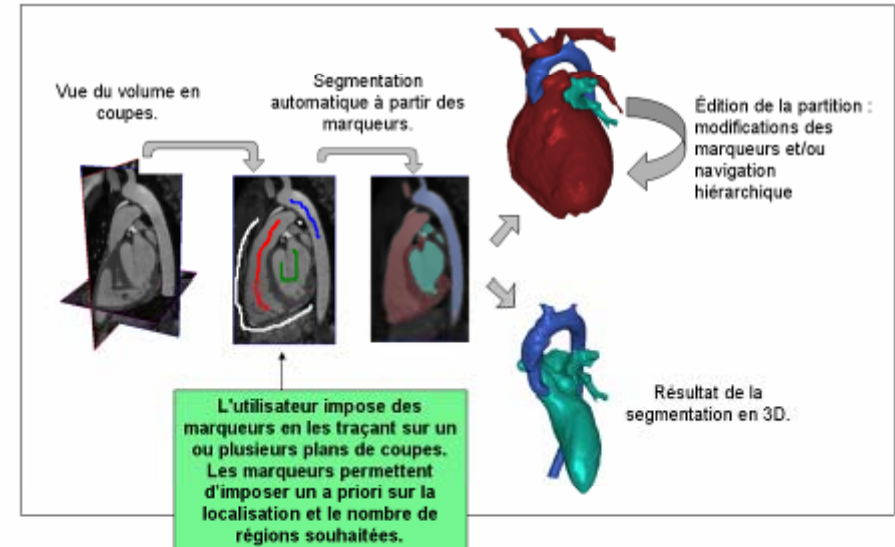
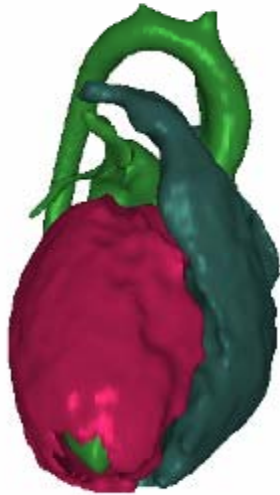
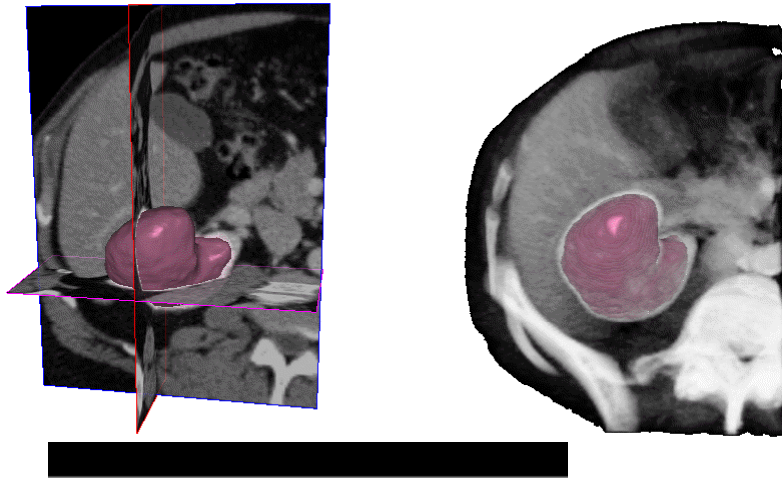
- Morphologie mathématique et segmentation d'images (ENSMP), modèles aléatoires (ENSMP),

- Image analysis and quantification in biomedicine and biotechnology using morphological operators (ENSTA).

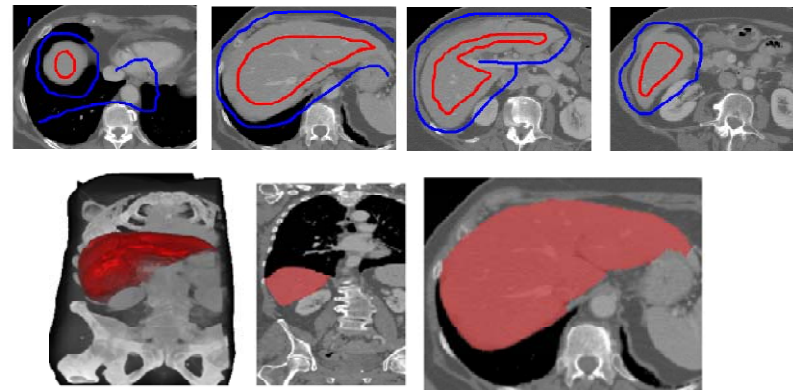
- **Participation à des Masters :**

- **Partenariats :** Pôle Medicen _ Pôle Cancer-Bio-Santé (Toulouse), Cancéropôle Île-de-France (en particulier, Institut Gustave Roussy et Institut Curie), Plusieurs projets européens dans le domaine

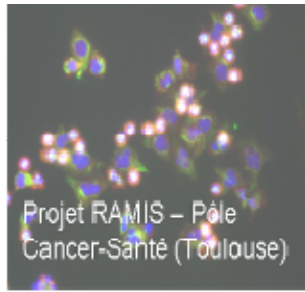
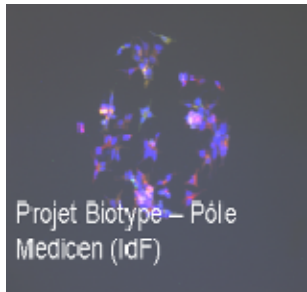
- **Entreprises :** General Electric



• Segmentation interactive et recalage d'images 3D et 4D

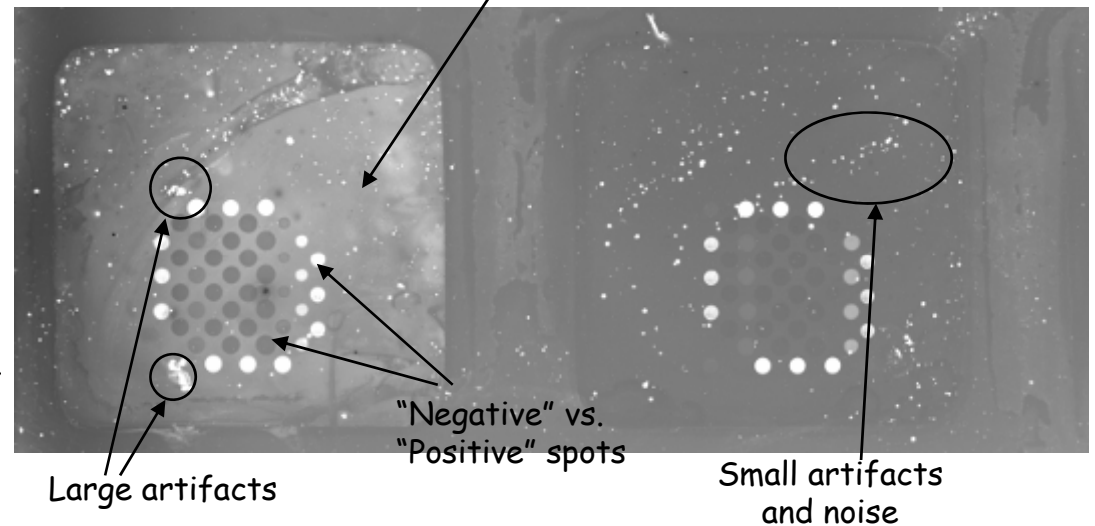
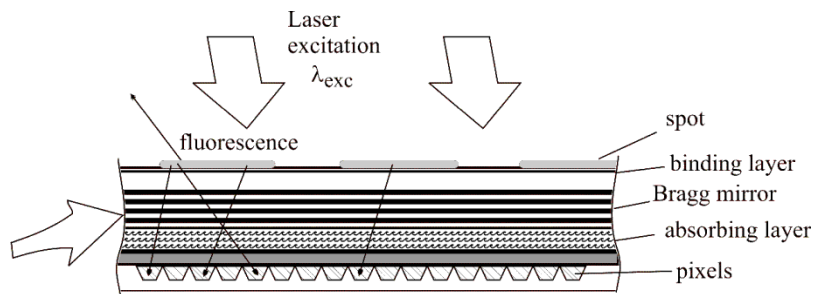


Cytologie quantitative : analyse d'images de puces à cellules: Segmenter de cellule ; Description morphologique ; quantification de la fluorescence.



Puce-ADN

Bio-puce: mesure de fluorescence associées à des mesures génomiques



Imagerie multispectrale + spectroscopie Raman

Laboratoire de Biomécanique

Intervenants :

- David Mitton (david.mitton@paris.ensam.fr)
- Wafa Skalli (wafa.skalli@paris.ensam.fr)

Compétences : Modélisation géométrique

- **Méthodes** : stéréoradiographie, modèles déformables, imagerie multimodalité.
- **Applications** : EOS, IRM, imagerie du système musculo-squelettique.

Enseignement :

- Physique des modalités d'imagerie
- Modélisation géométrique à partir d'imagerie médicale

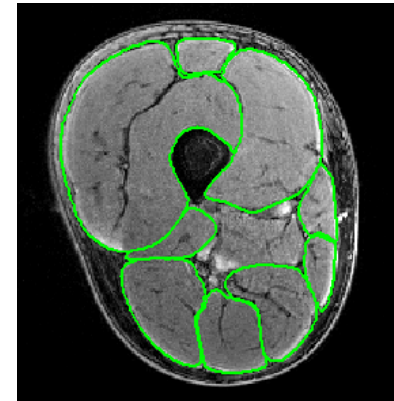
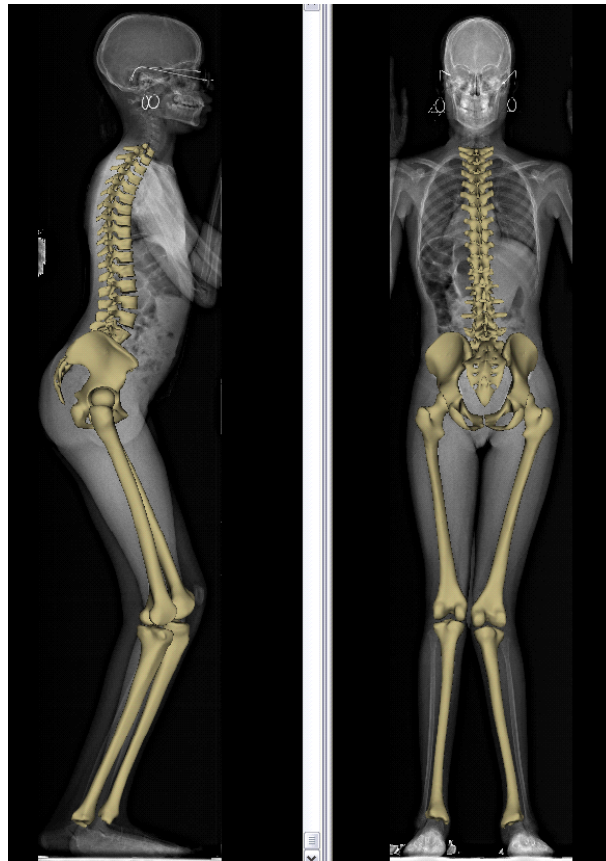
Participation à des Masters:

- Master Biomécanique Ostéoarticulaire et Tissulaire Arts et Métiers ParisTech

Partenariats : Laboratoire de recherche en Imagerie et Orthopédie (Montréal, Canada), Pole MEDICEN, Nombreux hôpitaux parisiens, Projets nationaux et européens.

Entreprises : Biospace Med

Modélisation 3D du squelette à partir d'images EOS et fusion d'images multimodalité.



Laboratoire Électronique-Informatique

- **Intervenants :**
 - Antoine Manzanera (antoine.manzanera@ensta.fr)
- **Compétences :** Traitement d'images, Algorithmique de la vision.
 - Algorithmique parallèle – morphologie mathématique – espaces d'échelle – géométrie discrète
 - Conception d'algorithmes de traitement d'images et de vision par ordinateur
 - Minimisation des ressources de calcul.
 - Applications : systèmes de vision embarqués, autonomes et basse puissance.
- **Enseignement :**
 - Module électif « Image : du capteur à la perception », traitement d'image et vision par ordinateur.
« Semaine Européenne : Imagerie médicale »

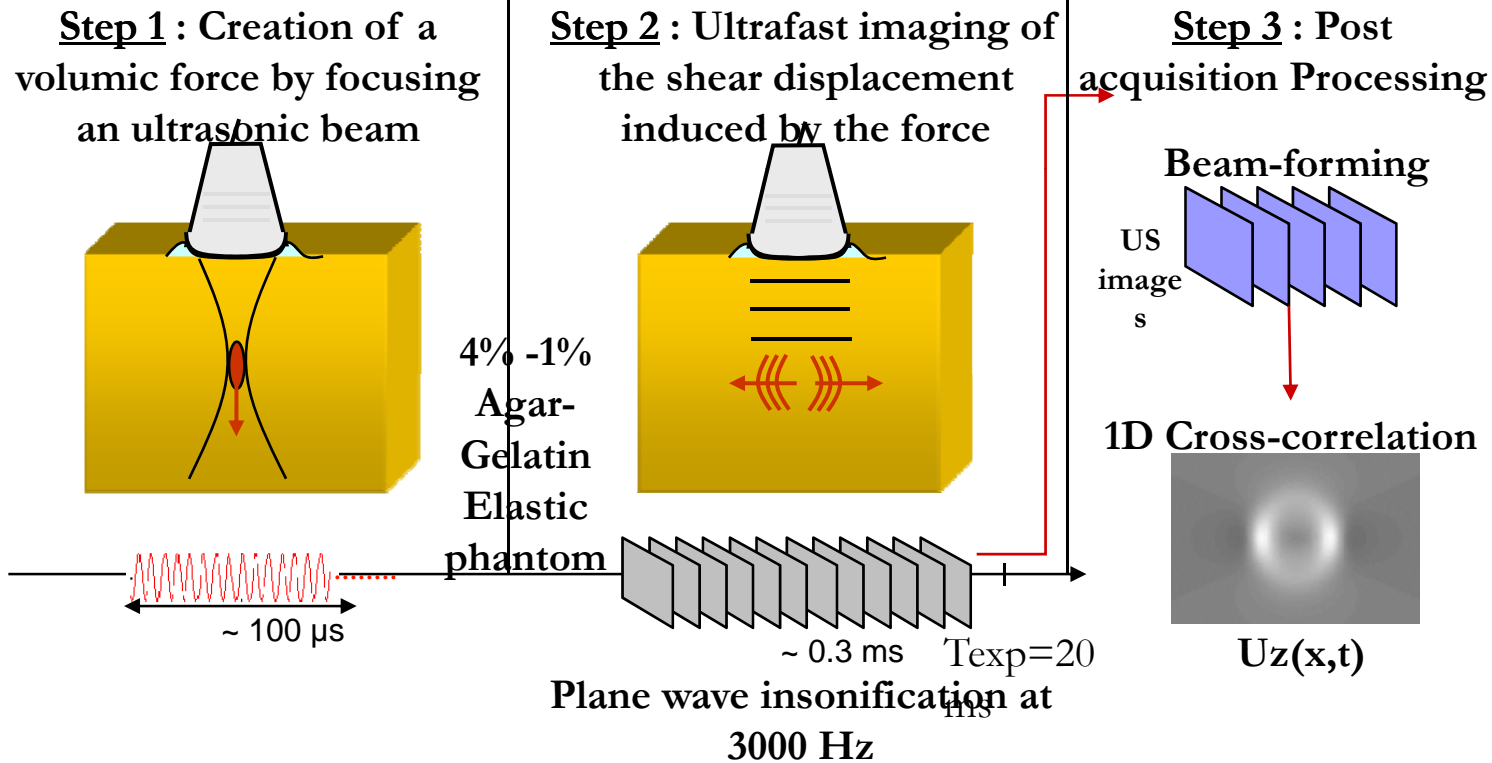
ESPCI

Laboratoire Ondes et Acoustique (LOA)

- **Intervenants :**
 - Mathias Fink (mathias.fink@espci.fr)
 - Ralph Sinkus (ralph.sinkus@espci.fr)
 - Mickael Tanter (mickael.tanter@espci.fr)
- **Compétences :** Imagerie ultrasonore, imagerie optique, imagerie IRM, instrumentation. Physique des ondes, acoustique, electro-magnétisme, optique.
- **Enseignement :** Physique des ondes
- **Participation à des Masters :**
 - Master Physique Macroscopique
 - Master physique Bioingenierie (ESPCI-Calvino)
 - Master imagerie médicale (J. Bitoun)
 - Master Capteurs Mesures et Instrumentations
- **Partenariats : Tutelles:** CNRS, INSERM
- **Entreprises :** Ultrasonic Imaging

ESPCI

Remote Palpation Using the Ultrasonic Radiation Force



Everything is achieved in less than 30 ms !!

ESPCI

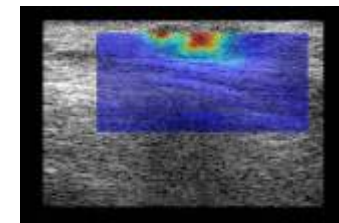
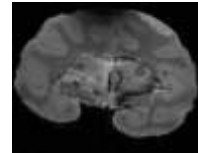
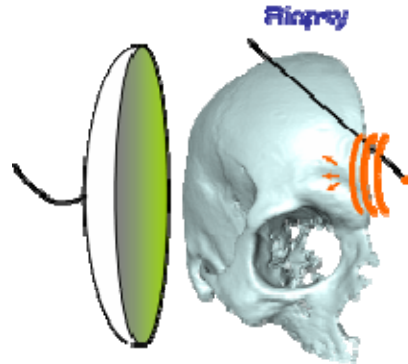
Physique des Ondes pour la Médecine



Du **concept physique** jusqu'à l'**expérimentation clinique**



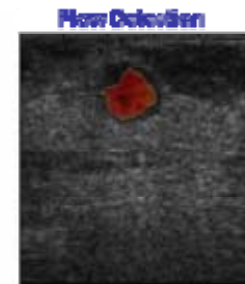
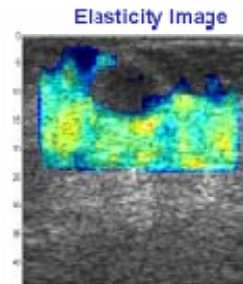
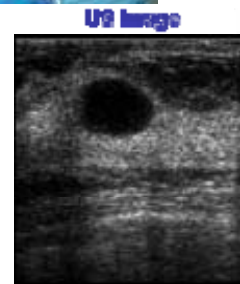
Thérapie ultrasonore non invasive du cerveau



Echographie ultrarapide et imagerie d'élasticité



Systèmes mixtes Imagerie/Thérapie par ultrasons



Imagerie Morphologique

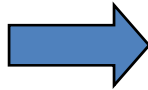


Imagerie Physio-pathologique

ESPCI

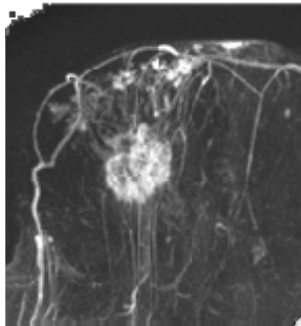
Elastographie par Résonance Magnétique:

Propriétés viscoélastiques des tissus (appl: sein, foie, cerveau)

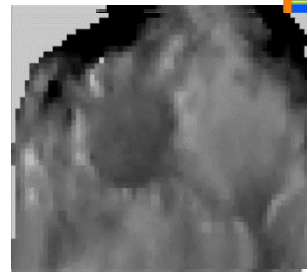
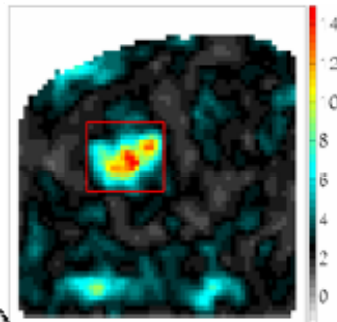


Mesures des **propriétés mécaniques** par l'imagerie de la propagation des **ondes acoustiques**

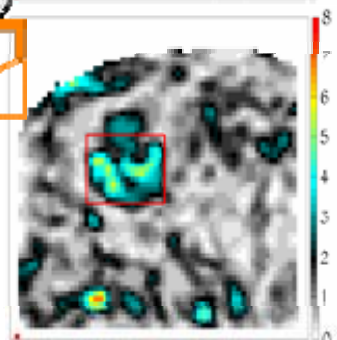
substraction



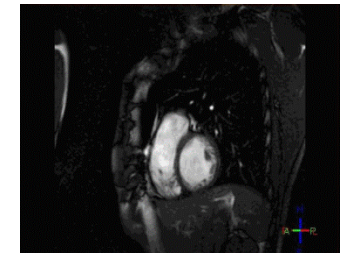
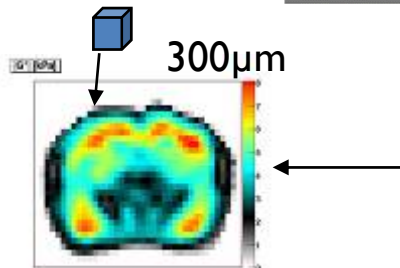
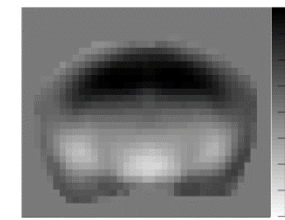
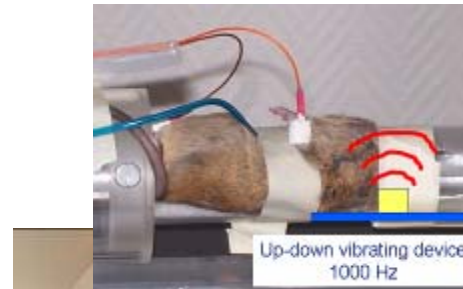
elasticity



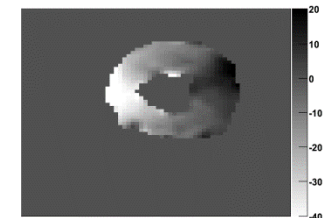
Z - wave



viscosity



Ux [µm]



Propagation of 50Hz external mechanical wave at systole (TE=5ms)

ESPCI

Laboratoire d'Optique Physique

- **Intervenants :**
 - Claude Boccara (claude.boccara@espci.fr)
 - Francois Ramaz (ramaz@optique.espci.fr)
- **Compétences :** Imagerie des milieux complexes, imagerie acousto-optique (laser et ultrasons), photo-acoustique (elastographie), holographie, optique adaptative sur cristaux.
- **Enseignement :** Optique
- **Participation à des Masters :**
 - Master physique Bioingenierie (ESPCI-Calvino)
 - Master pro : Lasers, matériaux, milieux biologiques (Paris 6)
 - Master biologie et thérapie (Paris 13)
- **Partenariats :** Tutelles : CNRS, INSERM, UPMC
Cancéropôle Ile de France, Société Française d'optique-club : Photonique et science du vivant (responsable : F. Ramaz)
- **Entreprises :** Spin-off de C. Boccara, l'Oréal.

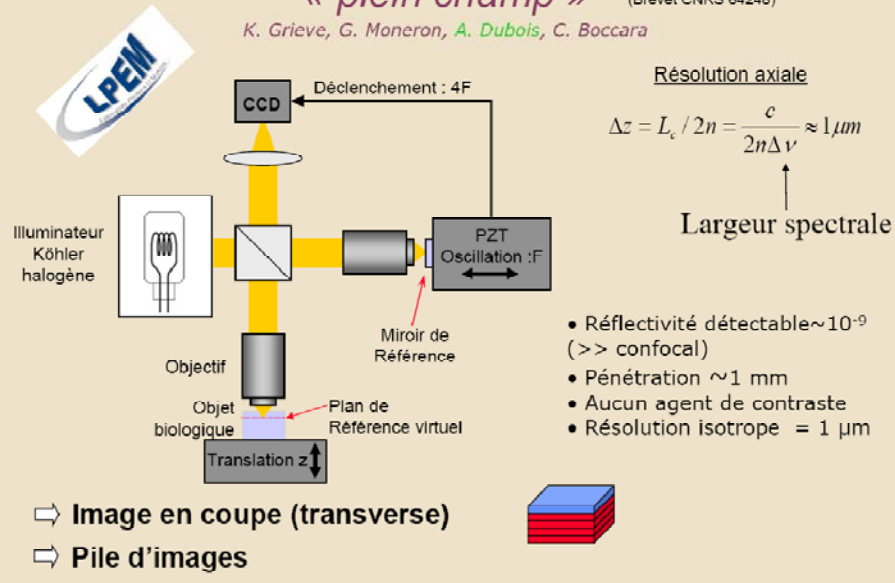
Imagerie des milieux complexes

- **Imagerie optique pour le biomédical**
 - μm : Imagerie cellulaire
 - Tomographie par cohérence optique
 - Holographie numérique
 - mm-cm : Imagerie des tissus
 - Couplage lumière-ultrasons
 - Holographie numérique ou photoréfractive

Tomographie par Cohérence Optique (OCT)

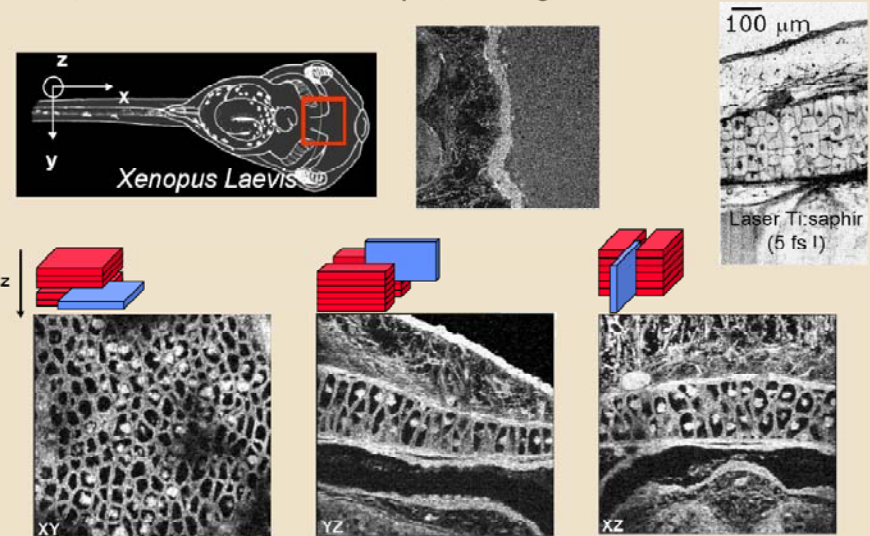
« plein champ » (Brevet CNRS 64248)

K. Grieve, G. Moneron, A. Dubois, C. Boccara



Applications en biologie du développement

⇒ Étude de l'activité mitotique, des migrations cellulaires



ESPCI

*Transfert de savoir-faire :
Montage compact pour
application clinique*

Vers la caméra

20 cm

Chirurgie de Mohs
- Hôpital CURIE (Paris)
- INSERM (Lille)

Cession de licences par le CNRS
Light for life technologies
Tomoscopia cellulaire optique

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE
ANR

Images OCT de tumeurs

0.5mm

1.5mm

❖ 20 µm under the surface of the skin

❖ 40 µm under the surface of the skin

Microcirculation optique plein champ

M. Atlan, M. Gross, B. Forget, C. Boccara

Travail effectué :
Une technique de mesure de l'effet Doppler optique sur caméra

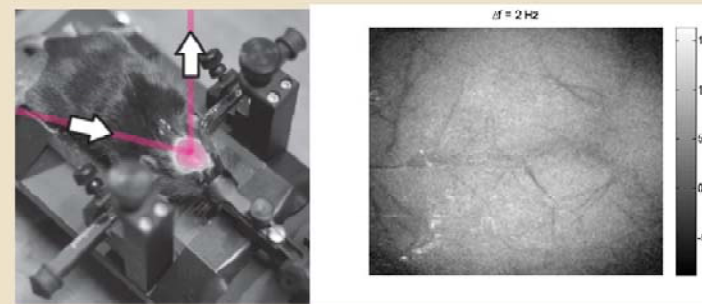


ENJEU :
 Mesurer les modifications de la circulation cérébrale dans des modèles d'ischémie/reperfusion et de couplage neurovasculaire.

Résolution spatiale
< 10 microns
 Résolution temporelle
< 1 seconde
 Résolution des vitesses
< 100 microns par seconde

Modèle : le cerveau du rongeur

Imagerie laser Doppler plein champ en conditions peu invasives



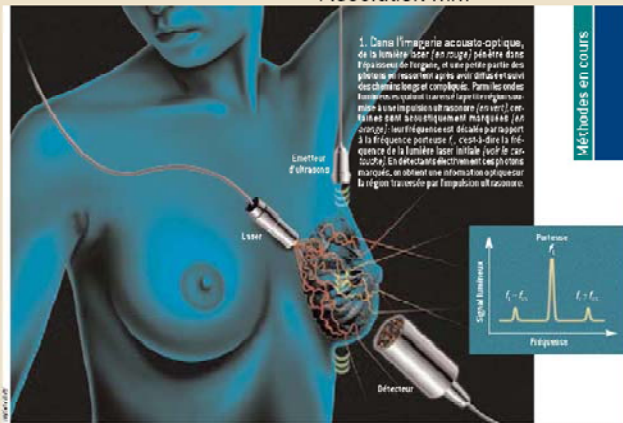
Mesure quantitative de l'effet Doppler.
Limite : diffusion de la lumière.
Améliorer la résolution en profondeur.

Imagerie par couplage lumière - ultrasons

M. Atlan, C. Boccara, E. Bossy, K. Douadi, B. Forget, A. Funke, M. Gross, F. Jean, M. Lesaffre, F. Ramaz, P. Santos

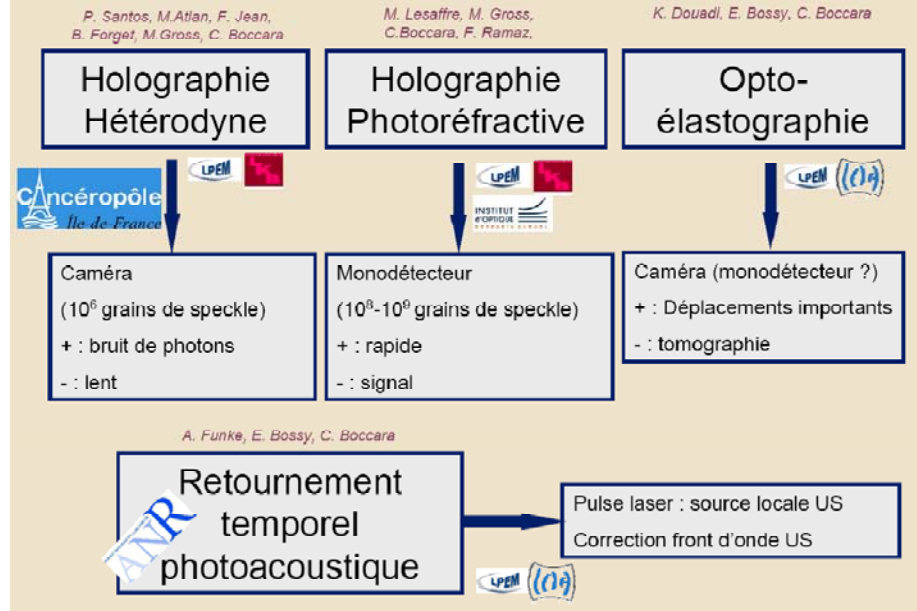


- Explorer des milieux épais (cm)
- Révéler des contrastes optiques locaux (tumeurs)
- Méthode non invasive
- Traitement par hyperthermie
- Résolution mm³



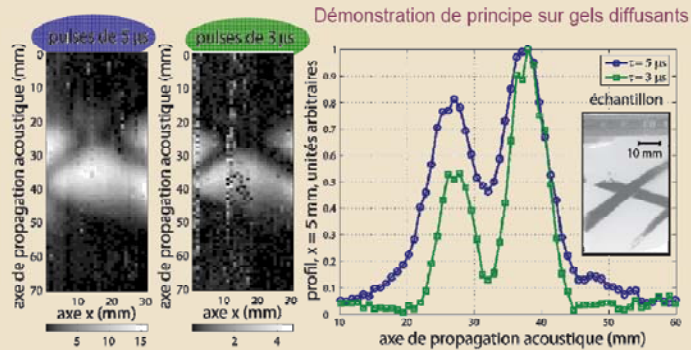
F. Ramaz, M. Gross, B. Forget, C. Boccara, Pour la Science, décembre 2005

4 Stratégies à l'étude



ESPCI

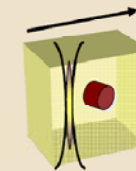
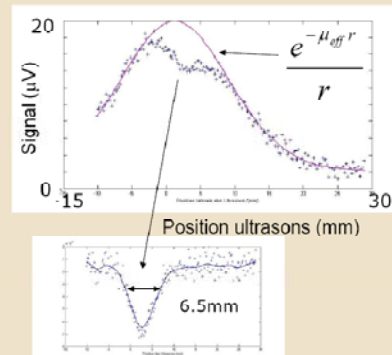
Holographie numérique



M. Atlan et al. « Pulsed acousto-optic imaging in dynamic scattering media with heterodyne parallel speckle detection », Opt. Lett. Vol. 30, n°11, 1360-62, June 1 2005

Holographie photoréfractive (temps réel)

Injection ~ 3W/cm² @ 1064nm : Pression (cw) ~ 1 MPa (10 atm) – 10kHz



$\mu_s = 10 \text{ cm}^{-1}$, $\mu_a = 0.3 \text{ cm}^{-1}$
donc $\mu_{eff} = 3 \text{ cm}^{-1}$
épaisseur = 3 cm,

Inclusion placée à mi-distance
diamètre : 3 mm
longueur : 8 mm

M. Lesaffre : 9 février 2008

Projet Cancéropôle Ile-de-France Elastographie et acousto-optique

Projet Européen demandé en 2007 (en attente)

Laser 800nm (G. Pauliat – IOTA)



École Polytechnique

Laboratoire d'Optique et Biosciences (LOB)

- **Intervenants :**

- Emmanuel Beaufrepaire (Emmanuel.Beaufrepaire@polytechnique.fr)
- Jean-Louis Martin (jean-louis.martin@polytechnique.fr)
- Marie-Claire Schanne-Klein (Marie-Claire.Schanne-Klein@polytechnique.fr)

- **Compétences :** Microscopie multiphotonique sur tissus et cellules. Microscopie de fluorescence excitée à deux photons (2PEF). Microscopie par génération de second et troisième harmonique (SHG, THG). Suivi de nanoparticules individuelles. Spectroscopie résolue en temps. Imagerie TéraHertz. **Applications :** Imagerie du développement embryonnaire ; Imagerie de la matrice extracellulaire ; biomécanique ; nanoparticules comme sondes locales...

- **Enseignement :**

- Physique, mécanique quantique, optique quantique, optique non linéaire, biologie (cours, TD, TP) (EP)
- Physique, biophotonique (IOGS)
- Physique, optique non linéaire (ENS)
- Biocapteurs (ENSTA)

- **Participation à des Masters :**

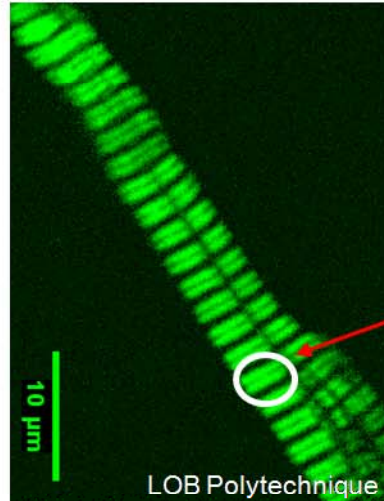
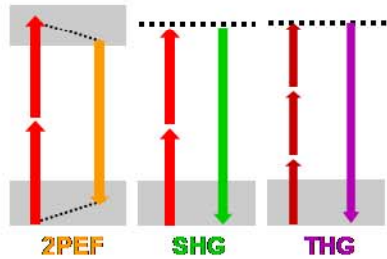
- Lasers & Matière : physique des lasers ; mécanique statistique hors équilibre (X et Paris XI)
- Optique et photonique: Optique non-linéaire
- Sciences Technologies Santé : microscopie (Paris XI)

- **Partenariats :** Tutelles : INSERM, CNRS.

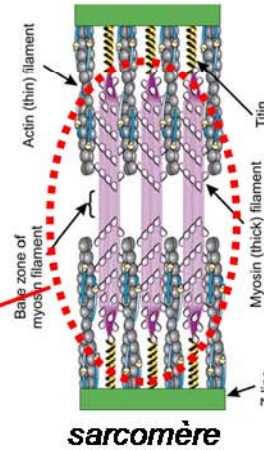
Contrats : ANR, DGA, INRIA, Réseau Européen COST. Collaborations : Institut Curie (Paris), Hôpital Bichat (Paris), Centre rech. cardiovasculaire INSERM Lariboisière (Paris), ESPCI, ENS-Paris, Institut Neurobiol. Alfred Fessard (Gif), ENS Lyon, UPMC (Paris)

- **Entreprises :** Imagine Optics ; Fastlite

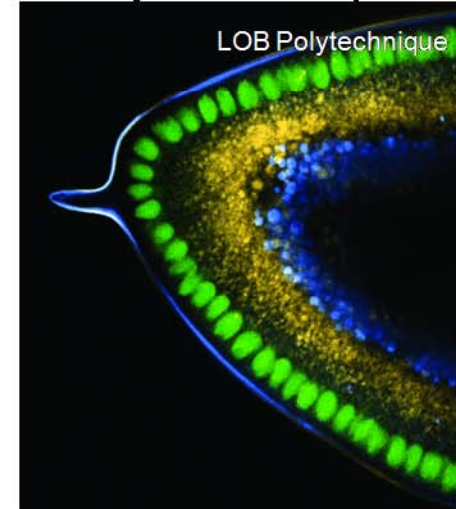
SHG Myocytes
(cœur de grenouille)



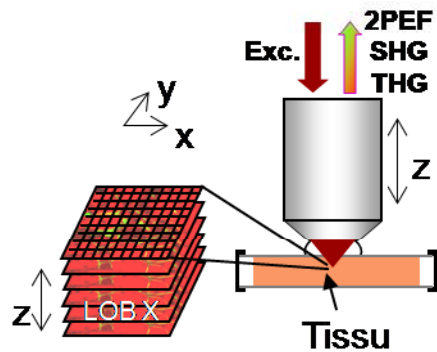
Boulesteix *et al*, OL 2004



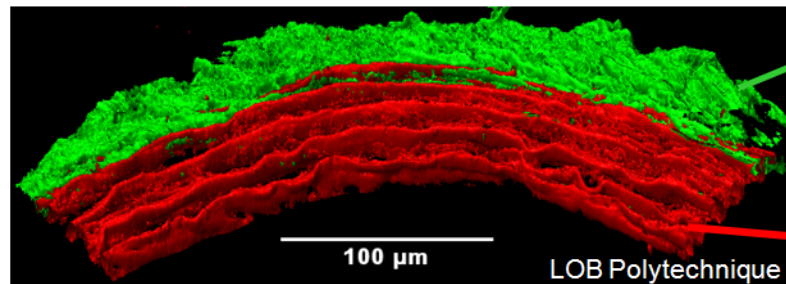
2PEF / THG
embryon de Drosophile



Débarre *et al*, OL 2004



Artère carotide ex vivo (Rat)



Adventitia :
SHG collagène

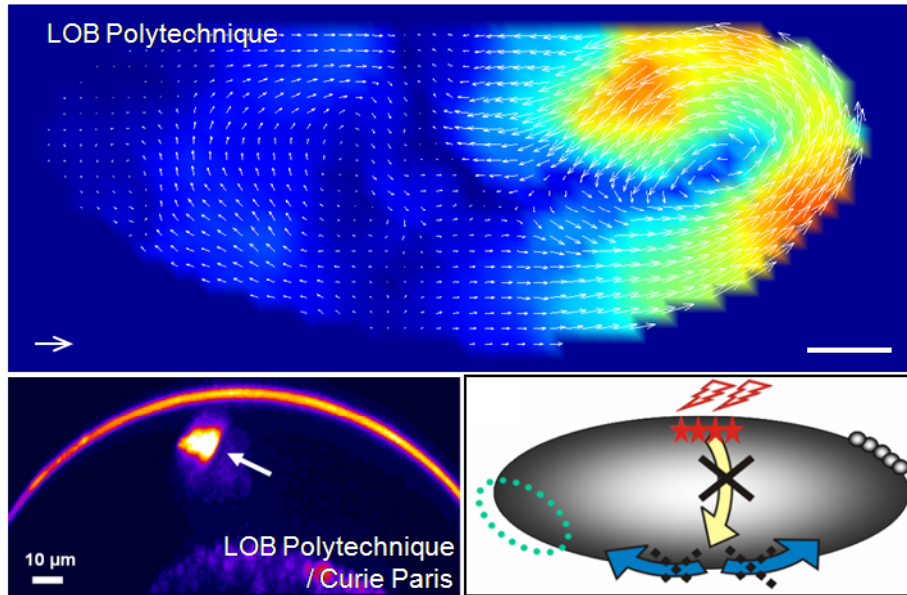
Media :
2PEF Elastine

Boulesteix *et al*, Cytometry 2006

Imagerie non linéaire dynamique de la morphogenèse embryonnaire

Emmanuel Beaurepaire (contact), Delphine Débarre (2009)

Photoablation/biomécanique



Imagerie des **déformations tissulaires** pendant la **morphogenèse embryonnaire** (Drosophile).

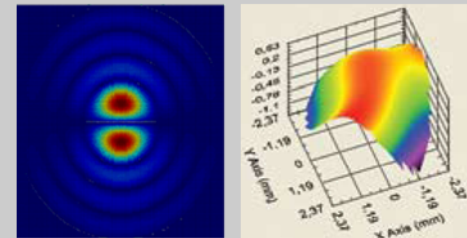
Modulation de la morphogenèse par **ablations intravital** en régime femto.

Collab. Institut Curie (Paris), Inst. Alfred Fessard (Gif), Soutien ANR/PCV 2006

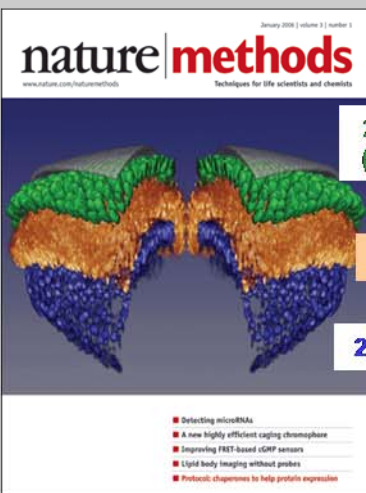
Mise en forme spatiale de la lumière

Correction des aberrations

Ingénierie du front d'onde pour la microscopie



Collaborations: ESPCI, ENS (Paris), Imagine Optic (Orsay)
Soutien ANR/RIB 2008



Microscopie THG

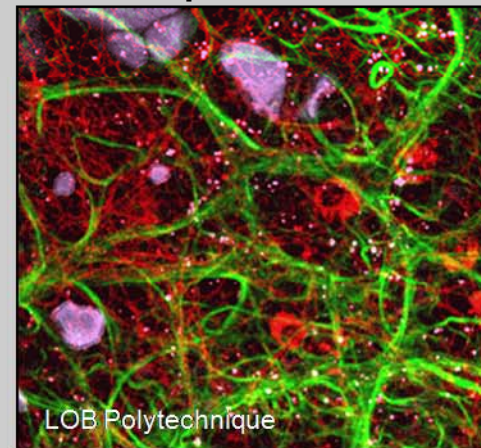
Étude des mécanismes de contraste

Imagerie multimodale
2PEF-SHG-THG

Application 1: **Imagerie structurale sans marquage** (embryons)

Application 2: Une source de contraste majeure: les **gouttelettes lipidiques** (diabète, stéatose) ▶

Tissu non marqué: **THG / SHG / 2PEF**



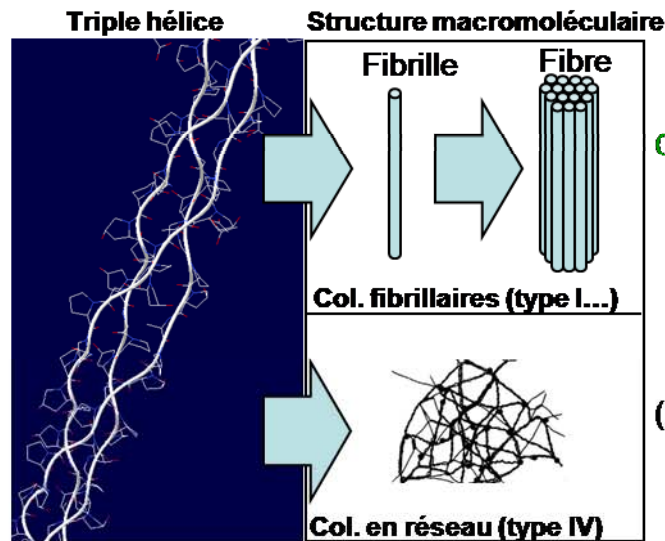
Publications

- ▶ Opt. Express 15, 8913 (2007)
- ▶ Biophys. J. 92 (2007)
- ▶ Nature Methods 3, 47 (2006)
- ▶ Opt. Lett. 30, 2134 (2005)
- ▶ PNAS 102, 1047 (2005)
- ▶ Med. Laser. Appl. 20, 207 (2005)
- ▶ Opt. Lett. 29, 2881 (2004)

Optique non-linéaire et imagerie quantitative du remodelage tissulaire

Marie-Claire Schanne-Klein (contact)

➤ Caractérisation de la réponse SHG du collagène, protéine majoritaire des tissus

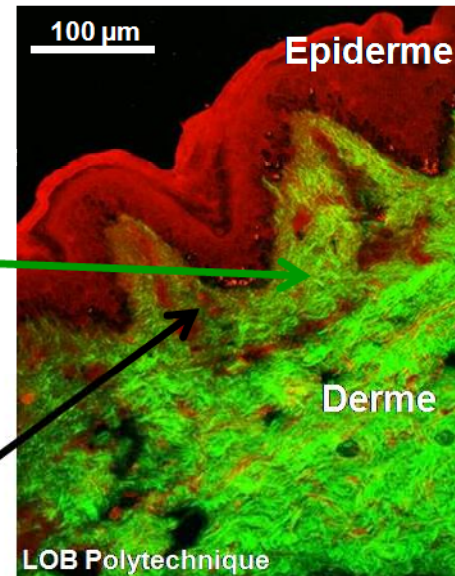


Collagène fibrillaire (type I)

Signal SHG

Collagène IV (membrane basale)

Pas de SHG !



Biopsie de peau humaine

Publications

- Opt. Express (2007)
- Microsc. Res. Techn. (2006)
- Cytometry (2006)
- Opt. Express (2005)
- JACS (2005)
- Opt. Lett. (2004)

=> la microscopie SHG sonde l'organisation macromoléculaire du collagène

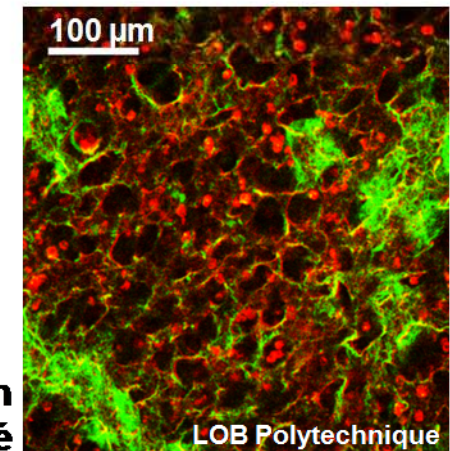
SHG collagène fibrillaire
2PEF morphologie

➤ Applications biomédicales aux pathologies fibrosantes

Fibroses rénales hypertensives (coll. Inserm U696-Hôp. Lariboisière) et fibroses pulmonaires (coll. Inserm U700 – Hôp. Bichat)

=> architecture 3D et scores quantitatifs de fibrose

=> But : élucidation des mécanismes, tests pharmacologiques



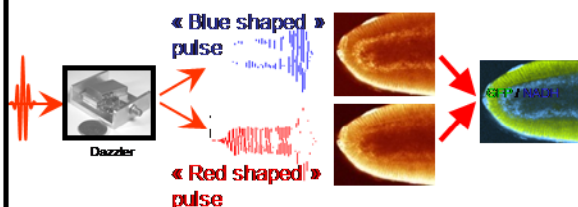
Poumon murin fibrosé

Imagerie au LOB-X : quelques développements méthodologiques

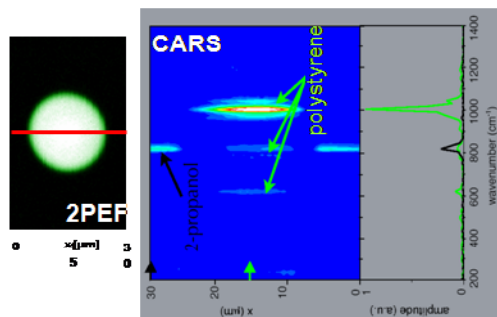
Mise en forme temporelle. Imagerie avec impulsions à large spectre

*Manuel Joffre (contact),
Emmanuel Beaupaire*

Contrôle cohérent: excitation 2PEF
sélective dans un organisme vivant



Imagerie spectroscopique CARS/2PEF à
l'aide d'une source large bande



Publications

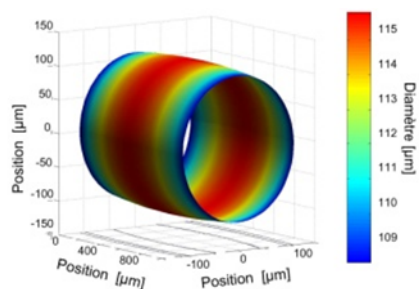
- > Opt. Lett. 31, 480 (2006)
- > Opt. Express 14, 759 (2006)
- > PNAS 101, 13216 (2004)

Réseau européen
COST MicroCARS

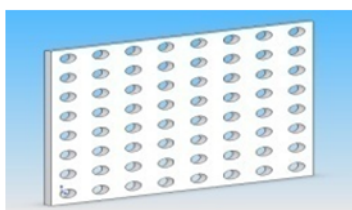
TeraHertz / plasmonique

Guilhem Gallot (contact)

- > Imagerie par contraste ionique dans les cellules excitables
- > Imagerie térahertz en champ proche
- > Spectroscopie des plasmons de surface
- > Chiralité dans le domaine térahertz



Vue 3D d'un axone de ver de terre



Champ électromagnétique à la surface
de structures périodiques de taille
inférieure à la longueur d'onde

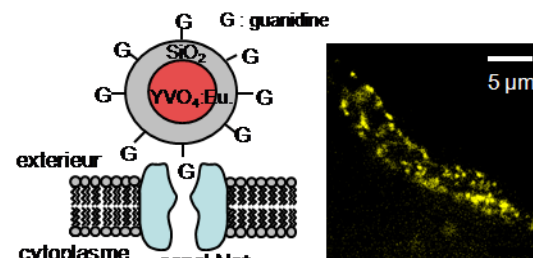
Publications

- > Appl. Phys. Lett. 89, 153904 (2006)
- > PNAS 103, 4808 (2006)
- > Phys. Rev. B 73, 121401(R) (2006)
- > Opt. Lett. 31, 265 (2006)

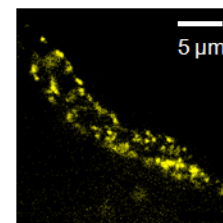
Suivi de nanoparticules uniques

*Antigoni Alexandrou (contact),
Cédric Bouzigues*

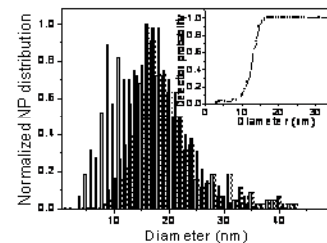
Nanoparticules d'oxyde dopé aux ions terre rare:
nouvelle classe de marqueurs fluorescents
photostables



Visualisation des canaux sodiques dans des
cardiomyocytes



Détection individuelle de
nanoparticules de 15 nm



Avantages :

- ✓ pas de clignotement
- ✓ synthèse dans l'eau
- ✓ émission fine
- ✓ temps de vie long

Nanosondes

Collaborations

- Lab. Physique de la Matière Condensée (X)
- Institut Pasteur

Publications

- > Appl. Phys. Lett. (2006)
- > J. Phys. Chem. B 110, 19264 (2006)
- > Nano Lett. 4, 2079 (2004)

Institut d'Optique

Groupe Lasers et Biophotonique

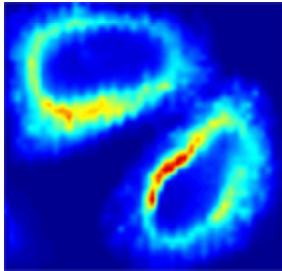
- **Intervenants :**

- Patrick Georges (patrick.georges@institutoptique.fr)
- Arnaud Dubois (arnaud.dubois@institutoptique.fr)
- Frederic Druon (frederic.druon@institutoptique.fr)
- Marc Hanna (marc.hanna@institutoptique.fr)
- Michael Canva (michael.canva@institutoptique.fr)
- Julien Moreau (julien.moreau@institutoptique.fr)

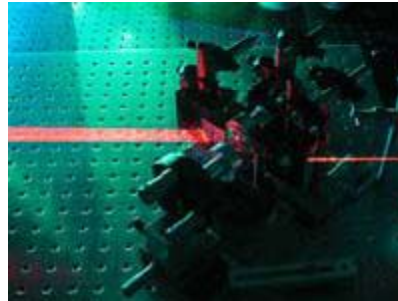
- **Compétences :** Microscopie de fluorescence résolue en temps, Microscopie multiphotonique, Microscopie de fluorescence à réflexion totale interne (TIRF), Développement de lasers impulsionsnels, Tomographie Optique Cohérente (OCT), Biopuces Optiques, Plasmonique
- **Applications :** Imagerie à travers les milieux diffusants, imagerie de la rétine, traitement du glaucome, greffe de cornée, détection du cancer de la prostate, diagnostics génétiques (Mucoviscidose)
- **Enseignement :**
 - IOGS : Physique des lasers, biophotonique
 - Mastères spécialisés (ESPCI, Centrale) : biophotonique
 - Master "Ingénierie des données de la recherche médicale et biotechnologique" (Centrale, IOGS, UPSud)
- **Participation à des Masters :**
 - Laser et matière
 - Optique et photonique
 - Erasmus Mundus « OpSciTEch »
- **Partenariats :** CNRS, INSERM, LPPM et Centre de Photonique Biomédicale (UPSud), IEF (Orsay), CGM (Gif/Yvette) LOA (ENSTA), Hotel Dieu (Paris), CEA LETI (Grenoble), CHU Bordeaux, ESPCI.....
- **Entreprises :** Genoptics, Imagine Eyes, Amplitude Systèmes,

Institut d'Optique

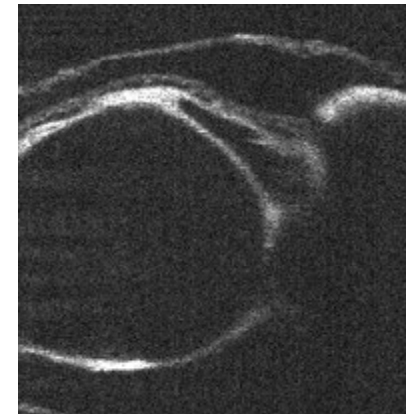
Groupe Lasers et Biophotonique



**Total Internal Reflexion
Fluorescence Lifetime
Imaging Microscopy**

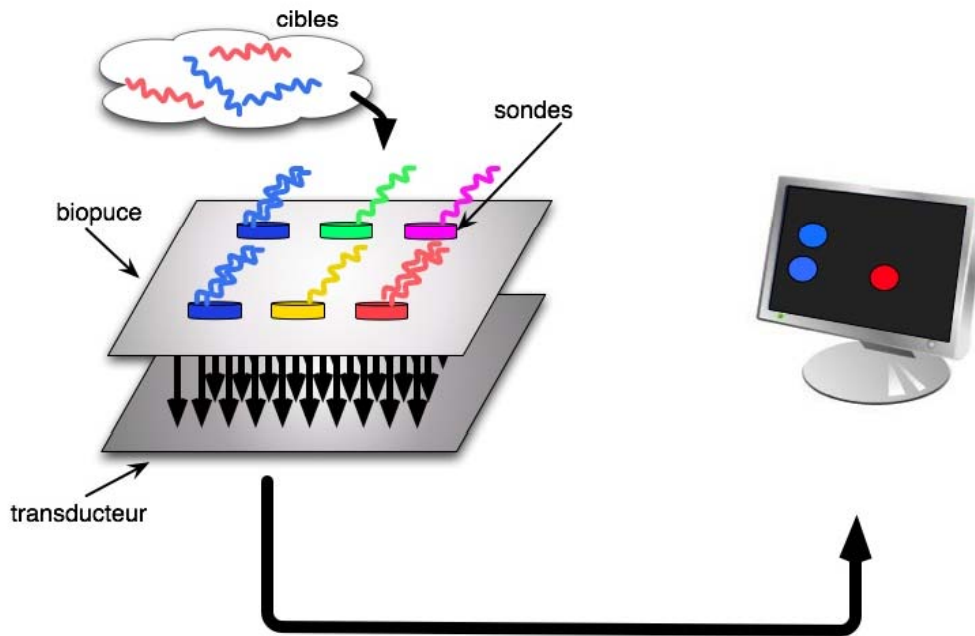


**Multifocal Two-Photon
Fluorescence Lifetime
Microscopy**



**Full Field Optical Coherence
Tomography**

Institut d'Optique



Principe d'une biopuce optique

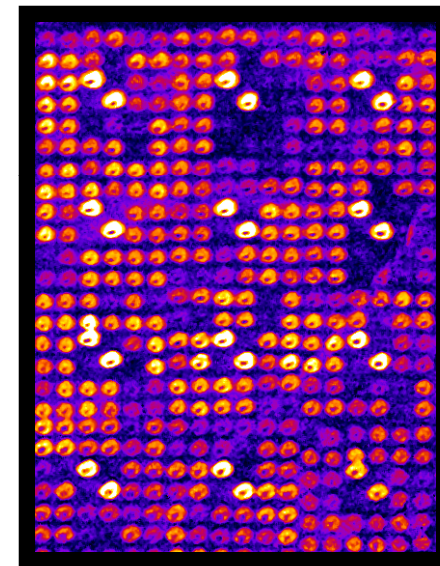


Image (en fausses couleurs) de la surface d'une biopuce lors d'une réaction ADN:ADN

Institut d'Optique

Optique Atomique

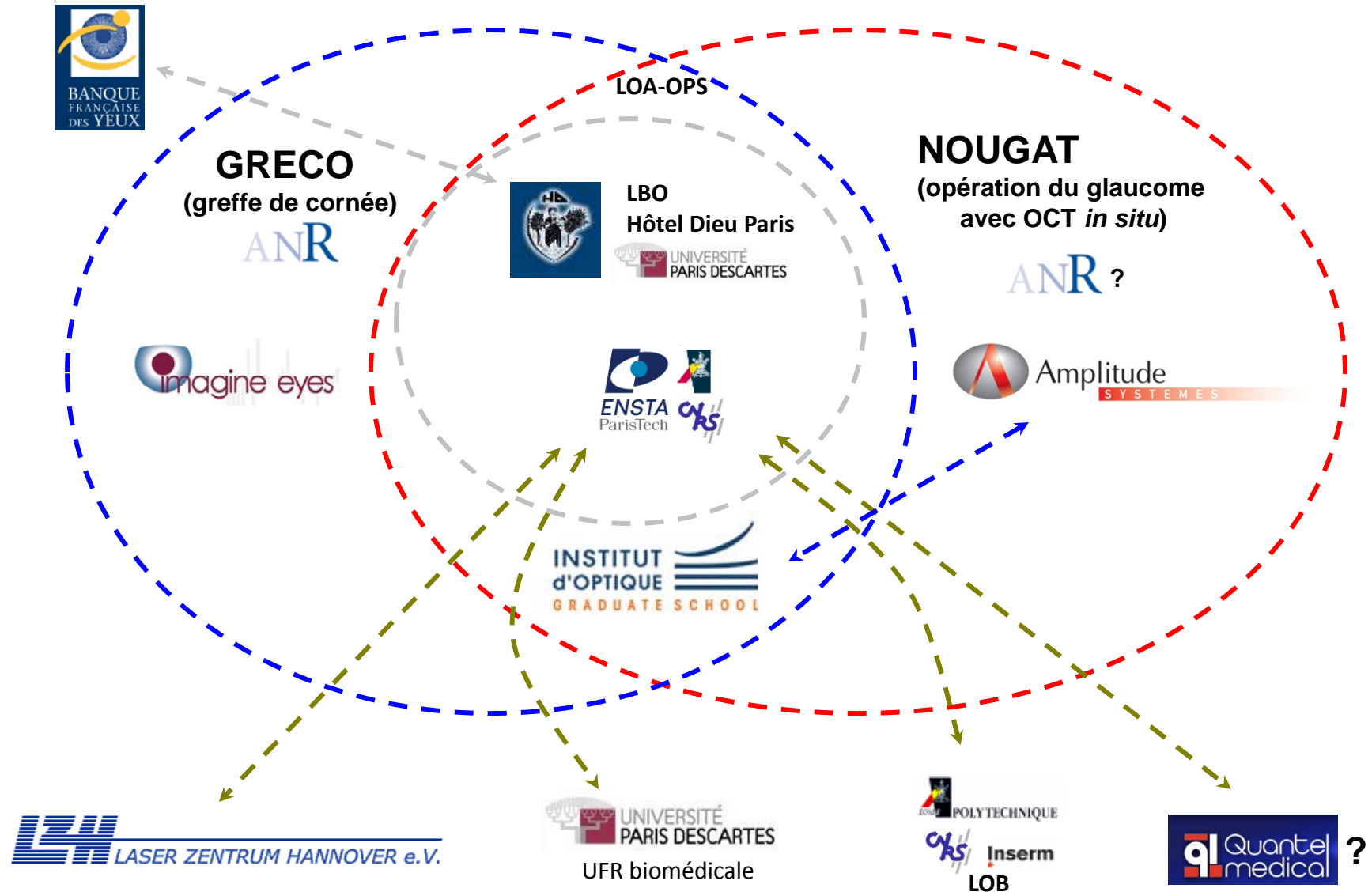
- **Intervenants :**
 - Nathalie Westbrook (nathalie.westbrook@institutoptique.fr)
 - Karen Perronet (karen.perronet@institutoptique.fr)
 - Philippe Bouyer (philippe.bouyer@institutoptique.fr)
- **Compétences :** microscopie de fluorescence par onde évanescente, détection de molécules uniques, pince optique
- **Enseignement :**
 - IOGS et master: optique instrumentale, microscopie, polarisation, biophotonique
- **Participation à des Masters :**
 - NW responsable master pour l'IOGS
 - Optique et photonique
 - Optoélectronique
- Erasmus Mundus « OpSciTEch »
- **Partenariats :** ICSN (Gif-sur-Yvette)

Laboratoire d'Optique Appliquée (Palaiseau)

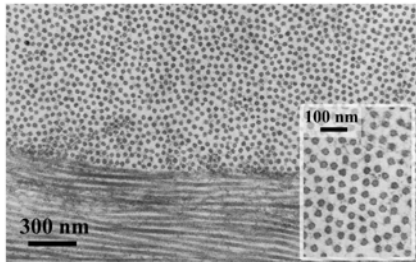
- **Intervenants :**
 - Karsten Plamann (karsten.plamann@ensta.fr)
- **Compétences :**
 - Chirurgie oculaire par laser à impulsions ultra-brèves :
 - greffe de cornée, opération du glaucome avec imagerie OCT *in situ*
 - (activité biomédicale hormis imagerie / chirurgie : protonthérapie du cancer (projet PROPULSE)).
- **Enseignement :**
 - physique laser, optique de Fourier, optique des tissus, optique de l'œil, interaction laser-tissus.
- **Participation à des Masters : -**
- **Partenariats :**
 - Laboratoire Biotechnologie et Œil (hôpital Hôtel Dieu / université Paris V)
 - Banque Française des Yeux
 - Institut d'Optique *Graduate School*
 - Laboratoire Optique et Biophysique – École Polytechnique
 - UFR biomédicale – université René Descartes
 - Laser Zentrum Hannover, Allemagne
- **Entreprises :**



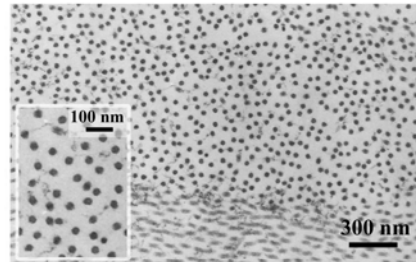
ENSTA



Optical properties of the cornea



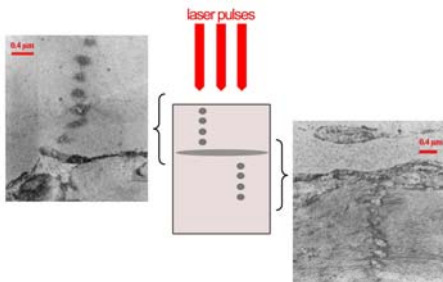
a) transparent cornea characterized by a short range order



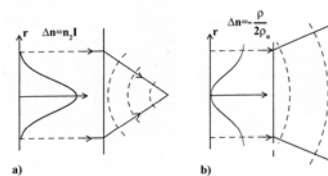
b) oedematous cornea in which the regular arrangement of the fibres is perturbed



Human cornea obtained from the *Banque Française des Yeux* (French Eye Bank)

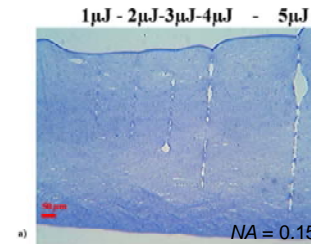


TEM photographs of a periodic structure below and above the lamellar plane in which the incision was performed

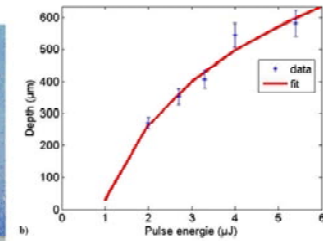


Focusing-defocusing cycles undergone by the intense core of a laser beam.

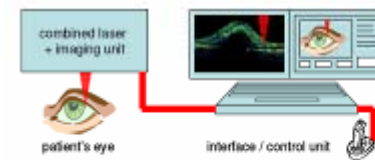
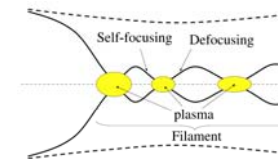
(A. Couairon and A. Mysyrowicz. Nonlinear side effects of fs pulses inside corneal tissue during photodisruption. Phys)



Penetration depths for different pulse energies



Penetration depths vs. pulse energy





ParisTech

École nationale supérieure
de chimie de Paris

Chimie Paris

Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris

- **Intervenants :**
 - Didier Gourier (didier-gourier@enscp.fr)
 - Fabienne Pellé (fabienne-pelle@enscp.fr)
 - Aurélie Bessière (aurelie-bessiere@enscp.fr)
 - Bruno Viana (bruno-viana@enscp.fr)
- **Compétences :** matériaux pour l'optique et ses applications, imagerie médicale, bio photonique, scintillateurs, matériaux à luminescence persistante.
- **Enseignement :** Matériaux pour l'optique, processus de luminescence, interaction rayonnement matière, interaction laser tissu, Mécanismes de scintillation, matériaux pour imagerie cellulaire. Semaines européennes sur les matériaux pour l'optique et applications.
 - Cours de D. Gourier (nanomatériaux et applications)
 - Cours de B. Viana (processus de luminescence et scintillation)
 - Formation (ATHENS) dans le cadre de réseaux d'échanges d'étudiants
 - Cours de F. Pellé et de B. Viana sur cette thématique
- **Participation à des Masters :**
 - Master MMI (UMPC)
- **Partenariats :** tutelles : CNRS, Paris 6, Collège de France
- **Entreprises :** Saint-Gobain, Biospace

UMR-7574-ENSCP-ParisTech Scintillation
Small Animal Imaging

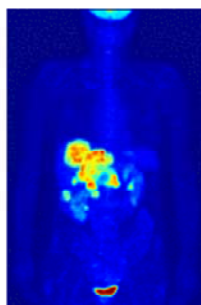
Tomography imaging



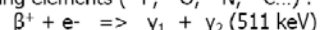
(PET scan)



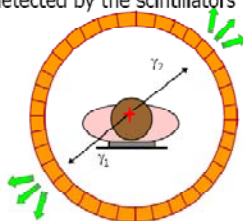
=> early detection of tumours



The patient absorbs molecules marked with positrons (β^+) emitting elements (^{18}F , ^{15}O , ^{13}N , ^{11}C ...):



γ rays are detected by the scintillators



Scintillators with :
High density, fast decay, high LY



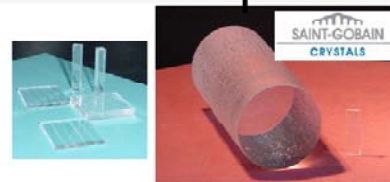
UMR-7574-ENSCP-ParisTech Scintillation
Small Animal Imaging

One high energy photon (thousands eV)



Thousands visible photons (3-4 eV)

	BGO ($\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$)	LYSO:Ce ($\text{Lu}_{1.8}\text{Y}_{0.2}\text{SiO}_5$)	LPS:Ce ($\text{Lu}_2\text{Si}_2\text{O}_7$)	$\text{LaBr}_3\text{:Ce}$
Density	7.13	7.11	6.23	5.29
$\lambda_{\text{emission}}$ (nm)	480	420	385	370
Light yield (ph/MeV)	8,200	32,000	26,000	61,000
Decay time	300ns	41ns	38ns	16ns
Imaging speed	afterglow	afterglow	no afterglow	afterglow



UMR 7574

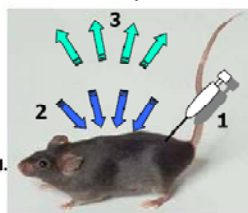
UMR-7574-ENSCP-ParisTech

Scintillation
Small Animal Imaging

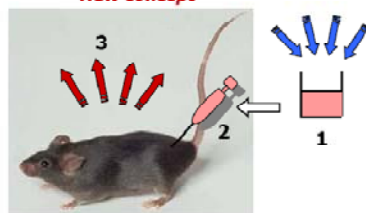
Optical imaging, a new technique

use of **long-lasting phosphorescent (LLP) nanoparticles**

Classical system



New concept



UPCG
Inserm
Collaboration
D. Scherman et al.
UPCG & ENSCP-
ParisTech

Principe

- 1- Injection of a **chromophore** (dyes, QuantumDots...)
- 2- *in vivo* UV-VIS excitation
- 3- Fluorescence detection

Pb : tissues autofluorescence
⇒ Low contrast

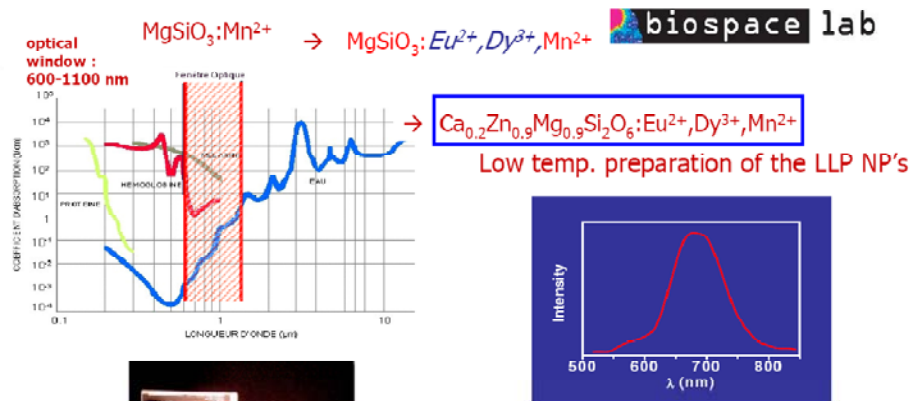
- No autofluorescence
⇒ High contrast
- Long-lasting phosphorescence
⇒ Biodistribution dynamics

UMR 7574

UMR-7574-ENSCP-ParisTech

Scintillation
Small Animal Imaging

The long-lasting phosphorescence probe



Red emission of Mn^{2+}

Collaboration D. Scherman et al.
UPCG & ENSCP-ParisTech

ParisTech

UMR 7574 - ENSCP - ParisTech

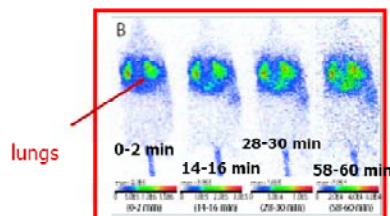
Scintillation
Small Animal Imaging

Small Animal Imaging

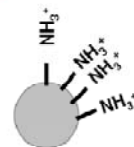
Collaboration D. Scherman et al.
UPCG & ENSCP-ParisTech

biospace lab

A8

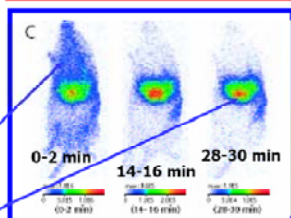


NH_3^+ = electric surface potential >0

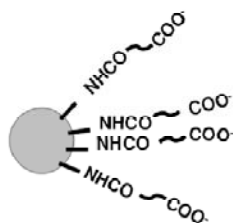


COO^- =
electric
surface
potential <0

=>better
circulation,
then liver
uptake



(close interaction with GT2 C. Chanéac)



ParisTech

UMR 7574

UMR-7574-ENSCP-ParisTech

Scintillation
Small Animal Imaging

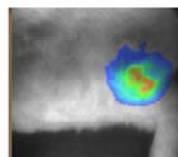
Deep tissues imaging

UPCG

Collaboration D. Scherman et al.
UPCG & ENSCP-ParisTech

biospace lab

LLP detectable across 5cm-thick
rabbit tissues



Applications in human medical imaging
is therefore conceivable !

Mouse 30 g → Rabbit 5 Kg → Human ? 70 Kg



École nationale supérieure
de chimie de Paris

Chimie Paris

Laboratoire de Pharmacologie Chimique et Génétique

- **Intervenants :**
 - Daniel Scherman (daniel-scherman@enscp.fr)
 - Jean Herscovici (jean-herscovici@enscp.fr)
- **Compétences :** synthèse, imagerie et nanochimie. RMN, IRM, microscopie electrochimique.
- **Enseignement :** Master MMI, EPU, Semaine européenne
- **Participation à des Masters :**
- **Partenariats :**
- **Entreprises :**

Imagerie biomédicale : Equipes

ParisTech

- **Telecom ParisTech**
 - Département Traitement du Signal et des Images
- **ENSMP**
 - Centre de Morphologie Mathématique
- **ENSAM**
 - Laboratoire de Biomécanique
- **ENSTA**
 - Laboratoire d'Optique Appliquée
 - Laboratoire Électronique-Informatique
- **ESPCI**
 - Laboratoire Ondes et Acoustique
 - Laboratoire d'Optique Physique
- **École Polytechnique**
 - Laboratoire Optique et Biosciences
- **Institut d'Optique Graduate School**
 - Laser et Biophotonique
 - Optique Atomique
- **ENSCP**
 - Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris
 - Laboratoire de Pharmacologie Chimique et Génétique



ParisTech

Imagerie biomédicale : Entreprises partenaires

ParisTech

- Amplitude Systèmes
- Biospace
- Divers *Spin-Offs*
- Dosisoft
- Fastlite
- GE Medical Systems
- General Electric
- Imagine Eyes
- Imagine Optics
- **L'Oréal**
- Miniara
- Philips Healthcare
- Quantel medical
- Saint-Gobain
- Siemens Corporate Research

Discussion

Chaire - Recherche

- **Axes de structurations des Compétences:**
 - **Imagerie des Ondes:** US, IRM, Laser
 - **Imagerie Laser:** Instrumentation, acquisition
 - **Chaîne d'imagerie:** bio-marqueur, acquisition, traitement
 - Modèle animal
 - **Chirurgie par laser**

Enseignement

- **Diversité des Masters existants:**
 - Master Optique Matière Plasma, Master Physique et système de biologie, Institut de formation supérieure biomédicale, Master Laser Matériaux et Milieux biologiques, Master Biophysique moléculaire et cellulaire, Master Ingénieur Physique de la Santé.
 - **Partenariats** anciens et soudés entre les Ecoles et des Universités Parisiennes (Paris 5-6-7-11).
 - Nombreux masters en difficultés (recrutement).