

Journée industriels ***Economic partners day***

Laboratoire d'Excellence PRIMES

Domaine Saint-Joseph, Sainte-Foy-lès-Lyon
12 juin/ June 2014

Livret de la journée/ Day booklet



Avec le soutien du Cancéropôle CLARA



Table des matières

Bienvenue *Welcome words* 5

Programme de la journée *Timetable*..... 7

PIA : Programme d’Investissement d’Avenir *Investments for the future Program* 13

Laboratoire d’Excellence PRIMES 17

Partenaire 21

Profils des entreprises *Companies profiles*..... 23

Présentations des projets PRIMES *PRIMES projects* 57

Liste des participants *Participants list* 101

Photos credit : Gauche : Modélisation individualisée du cœur © Patrick CLARYSSE, CREATIS et Auckland Bioengineering Institute ; Droite : principe du contrôle en ligne par imagerie de vertex protons en carbone thérapie © Cédric Ray et al. IPNL



Bienvenue

Welcome words

Cher participant,

C'est avec grand plaisir que nous vous accueillons pour une première édition de cette rencontre entre entreprises impliquées dans les domaines de l'imagerie médicale ou des radiothérapies innovantes et équipes de recherche du LabEx PRIMES.

Cette journée vous permettra de discuter de vos activités et centres d'intérêts – voire de vos besoins collaboratifs – de découvrir les thématiques de recherche portées par les équipes du LabEx, les projets valorisables, les démonstrations de savoir-faire, et de renforcer ou de développer ainsi de nouveaux partenariats.

Nous espérons que cette journée que nous souhaitons interactive, répondra à nos attentes à tous,

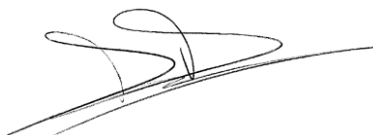


Françoise Peyrin

CREATIS

INSERM, UMR CNRS-UCBL-INSA

francoise.peyrin@creatis.insa-lyon.fr



Denis Dauvergne

IPNL

UMR UCBL-CNRS

d.dauvergne@ipnl.in2p3.fr

Coordinateurs du Labex PRIMES

Programme de la journée

Programme de la journée

Timetable

- 9:00** Café d'accueil/ *Welcome coffee*
- 9:30** Présentation du LabEx PRIMES et des attendus de la journée/ *Introduction to the LabEx PRIMES and expectations of the day*
Françoise Peyrin, CREATIS et
Denis Dauvergne, IPNL
Codirecteurs scientifiques de PRIMES
- 9:50** AXINT: gamma detection systems
Benoit Hautefeuille, AXINT SAS, France
- 10:10** Imagerie moléculaire avec une résolution cellulaire: principe et applications du Cellvizio en recherche préclinique
Hedi Charbi, Mauna Kea Technologies, France
- 10:00** MR Spy – Procédé et dispositif de mesure pour des applications de résonance magnétique
Olivier Beuf, CREATIS, Lyon
- 10:20** The Ultrafast Ultrasound Revolution: current and future applications
Pascal Dardelin, Supersonic Imagine, France
- 10:30** Intérêt du modèle "gros animal" pour les études précliniques
Marie José Seurin – CIRMA, France

Programme de la journée

- 10:40** Dosimétrie patients en curiethérapie HDR et PDR par radioluminescence du GaN
Recherche/Brevet INL - Industrialisation Dosilab
Loys Gindraux, DOSILAB, Suisse
- 10:50** La modélisation biomécanique humaine: vers la médecine personnalisée
Philippe Vezin, LBMC, Lyon
- Coffee break**
- 11:30** IBA, the safest way to compact IMPT
Damien Bertrand, IBA, Belgique
- 11:40** Digital biomarkers in medical imaging
Stéphane Chemouny, Intracens SA, France
- 11:50** Solutions logicielles et prestations pour le traitement et l'analyse d'images 2D et 3D
Laurent Bernard, Reactiv'IP, France
- 12:00** Restauration d'images floues et bruitées
Loïc Denis, LHC, Saint-Etienne
- 12:10** Low energy X-Ray imaging and edge phase contrast enhancement technique
Daniel Brau, Photonic Science, Royaume-Uni
- 12:20** Multi modality imaging for prostate cancer targeting and treatment
Nicolas Guillen, EDAP-TMS, France

Programme de la journée

- 12:30** Radiobiology modelling for Treatment Planning System in radio/ hadron therapy
Michaël Beuve, IPNL, Lyon
- 12:40** Outils de collaboration et de partenariats académiques – Industriels
Catherine Oudin, Lyon Ingénierie Projets, France
- 12:50** DNA Repair Enzyme Signature as radiotherapy sensitivity biomarker
Sylvie Sauvaigo, LXRepair, France

Lunch

- 14:30 – 16:30** poster session / demonstrations/ discussions/ coffee available during the whole session:

Démonstrations de savoir-faire

Laurent Bernard, Reactiv'IP : Présentation des possibilités d'analyse d'images 2D et 3D à l'aide du logiciel Image-Pro Premier dans le domaine des matériaux et des sciences du vivant

David Coeurjolly, LIRIS, Lyon: DGtal: open-source library for digital object geometry processing (P16)

Khuram Faraz, CREATIS, Lyon :

Hamid Ladjal et Yazid Touileb, LIRIS, Lyon: Biomechanical Patient specific modeling of Respiratory Motion Dose calculations and PET image reconstruction

Claire Mouton et Eduardo Davila, CREATIS, Lyon : creaCoro : visualisation des anomalies détectées dans les artères coronaires ;
Interactive3DObjectDeformation : visualisation de remaillage ;
Thrombus : visualisation et simulation de déploiement de stents posés

Programme de la journée

dans des anévrismes intracrâniens

Sébastien Valette, CREATIS, Lyon: DESK - Visualisation et traitement d'images via internet

Philippe Vezin, LBMC, Lyon: La modélisation biomécanique humaine: vers la médecine personnalisée et Recherches biomécaniques de l'*ex vivo* à l'*in vivo* (voir présentations orales)

Patrick Clarysse et **Magali Viallon**, CREATIS, Lyon : plugins inTag et CMRSegTools du logiciel de visualisation d'images DICOM OsiriX pour l'analyse d'images par Résonance Magnétique cardiaques

Stands

Maunakeatech

Orten (P16)

Reactiv'IP

V.O.X.C.A.N.

Posters:

P1: Marie-Thérèse Aloy, LRCM, Lyon: Gadolinium-based nanoparticles as a powerful radiosensitizing strategy in head and neck carcinoma stem- and non-stem cells

P2: Fabien Chauveau, CRNL, Lyon: amyloid-beta1-40 fibril polymorphism: impact on biostability and [18f]av-45 binding

P3: Hugo Dorez, CREATIS, Lyon: Endoluminal MRI coils for mice rectal wall assessment

P4: Shady Kotb, ILM, Lyon: Theranostic gadolinium-based nanoprobe to improve radiotherapy

P5 et P6: Hamid Ladjal et Yazid Touileb, LIRIS, Lyon: Patient specific modeling of Respiratory Motion for Cancer Radiation Therapy *et* Dose calculations and Motion compensated PET image reconstruction using

Programme de la journée

deformable mesh models

P7: Jérôme Lehaire, CREATIS, Lyon: Computer-aided decision system for prostate cancer detection and characterization based on multi-parametrics MR images

P8: Bruno Montcel et Laure Alston, CREATIS, Lyon: Intraoperative optical imaging: a tool for guided neuro-surgery of cancer

P9: Claire Mouton et Eduardo Davila, CREATIS, Lyon : Présentation du logiciel creaTools (voir démonstrations)

P10: Arnaud Rozes, LPC, Clermont-Ferrand: in-beam PET dedicated to particle therapy range verification

P11: Raphaël Sablong, CREATIS, Lyon: Protocole d'imagerie Endolumoinale Multimodal pour l'étude de Lésions tissulaires colorectales sur modèles murins

P12: Alina Toma, CREATIS, Lyon: Improving Spatial Resolution from a Single Trabecular Bone Image with Higher Order Total Variation Super-resolution

P13: Maëva Vallet, CREATIS, Lyon: Etude expérimentale de fantômes bi-modalités en imagerie photoacoustique multispectrale

P14: Jean-Marie Verret, CREATIS, Lyon: A susceptibility-matched endorectal coil design suited for the MRS examination of the rectal wall

P15: Loriane Weber, CREATIS/ ESRF, Lyon/ Grenoble: X-ray in-line phase-contrast imaging and tomography

16:30 Activités du pôle de compétitivité Minalogic
Fabien Boulanger, Pôle de compétitivité Minalogic, France

16:40 Smart image management - Image streaming
Axel Hars, VOXXL, France

16:50 Imagerie proton pour le traitement en protonthérapie
Nicolas Arbor, IPNL/CREATIS, Lyon

Programme de la journée

- 17:00** Biomechanical and dynamical model of trunk
Jean-Loic Rose, ORTEN, France
- 17:10** TraDeRa, a Transparent Detector for Radiotherapy: a detector for online beam monitoring
Yannick Arnoud, LPSC, Grenoble
- 17:20** Planning and Delivery verification by Dosisoft
Hanna Kafrouni, DOSISOFT, France
- 17:30** Photacoustique: Nouvelle bi-modalité pour la détection et l'analyse tumorale
Philippe Davault, VISUALSONICS FUJIFILM, Canada
- 17:40** VOXCAN: Etudes précliniques et Imagerie Médicale
Emmanuel Chereul, VOXCAN, France
- 17:50** Partenariat avec Dosilab pour l'installation et l'utilisation d'une source gamma
Denis Dauvergne, IPNL, Lyon
- 18:00** Conclusions of the day

Cocktail dinner

PIA : Programme d'Investissement d'Avenir

Investments for the future Program



En 2010, le gouvernement décide d'investir :

- dans l'enseignement supérieur et la formation professionnelle, dans la recherche, dans l'industrie et les PME,
- dans le développement durable et dans tous les secteurs d'avenir comme le numérique, les biotechnologies ou le nucléaire
- pour encourager la recherche et l'innovation et entraîner la France dans la société de la connaissance.

Les objectifs principaux sont de créer une dynamique d'innovation en France et de renforcer la visibilité internationale de la recherche française

PIA

In 2010, the government decided to invest:

- *in higher education and professional training, research, industry and SMEs*
- *in sustainable development and all promising sectors as digital, biotechnologies or nuclear power*
- *to encourage research and innovation and to bring France into a society of knowledge*

The main objectives are to create an innovative dynamic in France and to sustain international visibility of the French research

Les différents outils du PIA/ PIA tools

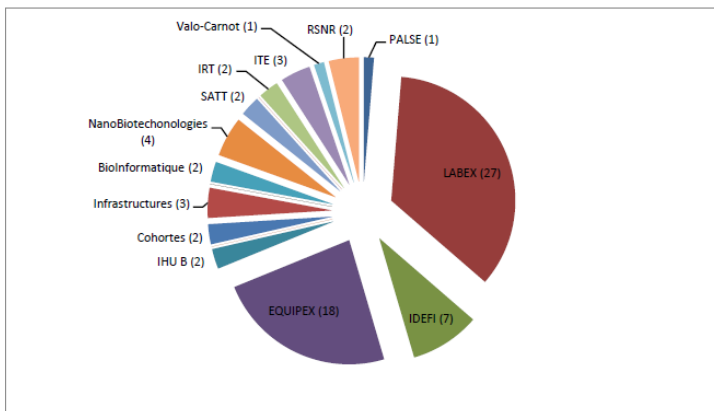
- Labex = Laboratoire d'excellence – investir pour construire une politique de recherche, de formation et de valorisation de haut niveau/
Invest to build a politic of high level in research, training and valorization
- Equipex = Equipements d'excellence - Investir dans les équipements d'avenir pour dynamiser la recherche française et accélérer les découvertes/
Invest into novative equipments to strengthen French research and accelerate discoveries
- Idex = Initiatives d'excellence - regroupement, selon une logique de territoire, d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche/
Merging higher education and research establishments according to local strategies
- Cohortes - Garantir la pérennité du financement de cohortes en santé qui seront suivies sur une longue période (minimum 6 ans)/ *Garantee the durability of the health cohorts with long period follow-up (min 6 years)*

PIA

- IHU = Instituts Hospitalo-universitaires - Pôles d'excellence en matière de soin, recherche, formation et transfert de technologies dans le domaine de la santé/ *Hub of excellence for research, training, care and technology transfer in health*
- Santé-Biotech = Infrastructures Nationales en Biologie et Santé – Grandes infrastructures d'envergure nationale et très compétitives internationalement/ *Financing of national scale infrastructures, highly competitive at the international level*
- SATT = Sociétés d'Accélération du Transfert Technologique - Mieux valoriser les résultats de la recherche publique/ *Aim at accelerating the valorization of public research results*
- IRT = Instituts de Recherche Technologique - Regroupement de laboratoires publics et privés consacré à un domaine technologique d'avenir/ *Merging of public and private laboratories in a specific promising domain*
- IEED = Instituts thématiques d'excellence en matière d'énergies décarbonées – IRT sur filières énergétiques et climatiques/ *Carbone-free energies, Technologic Research Institutes for energy and climate sectors*
- Instituts Carnots - Laboratoires ou établissements s'engageant dans la recherche partenariale et collaborant efficacement avec des entreprises/ *Laboratories or institutes willing to perform research in partnership with private companies*

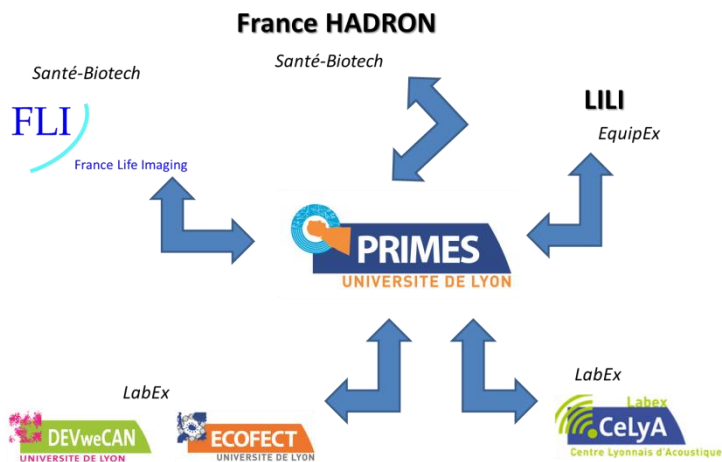
PIA

Répartition par action des projets sélectionnés en région Rhône-Alpes *PIA investments in Rhône-Alpes*



D'après 'Synthèse de suivi 2011-2012 – Rhône-Alpes, ANR

Interactions LabEx PRIMES – autres projets PIA *PRIMES – PIA projects links*



Laboratoire d'Excellence PRIMES

What is the LabEx PRIMES (Physic, Radiobiology, MEDical Imaging and Simulation)?

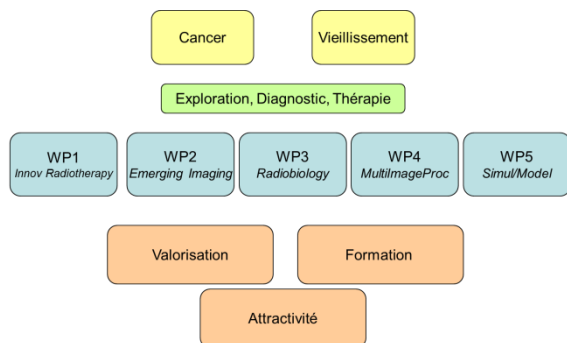
At the National level, the questions of cancer and ageing are given highest priority in the domain of health research, providing strong societal impact for the quality of life and for the economy.

The fundamental questions that are addressed in this project are how to provide new imaging tools for exploring living tissues at different scales with new contrasts and how to build optimized, controlled and safe strategies for irradiation-based cancer therapy.

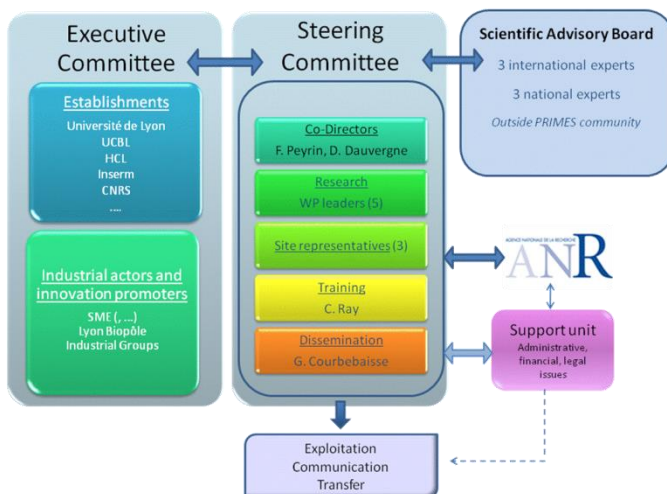
These fields of research are by nature interdisciplinary and the LabEx members have expertise in physics, radiobiology, innovative radiotherapies, detectors, medical imaging, acquisition, image processing, simulation or modeling.

Web site: <http://primes.universite-lyon.fr/accueil/>

General organization of PRIMES



Governance of PRIMES



LabEx Partners

Centre de Recherche en Acquisition et Traitement de l'Image pour la Santé (CREATIS - Villeurbanne)

Institut de Physique Nucléaire de Lyon (IPNL - Villeurbanne)

Laboratoire d'Informatique en Image et Systèmes d'information (LIRIS - Villeurbanne)

Laboratoire Hubert Curien (LHC – Saint-Etienne)

Laboratoire de Physique Corpusculaire (LPC – Clermont-Ferrand)

Ecole Normale Supérieure (ENS – Lyon)

Laboratoire de Radiobiologie Cellulaire et Moléculaire (LRCM – Lyon)

Grenoble Institut des Neurosciences (GIN – Grenoble)

Lésions des Acides Nucléiques (CEA LAN – Grenoble)

Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs (LBMC – Lyon)

Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie (LPSC – Grenoble)

CEA Leti (Grenoble)

Ampère (Lyon)

Institut Lumière Matière (ILM – Villeurbanne)

Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (CRNL – Lyon)

Fondation Neurodis (Lyon)

Research into the LabEx PRIMES

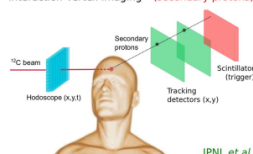
Axe I: Radiotherapy (WP1, 3 and 5)

WP1: Innovative Methods and Instruments in Radiotherapy

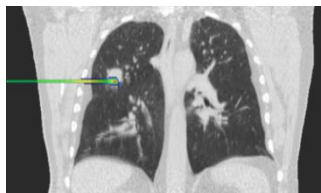
WP3: Radiobiology, instrumentation and modeling for innovative therapies

WP5: Image-based Simulation and Modeling (treatment room environment modeling on virtual patient)

Interaction Vertex Imaging (secondary protons)



Principe du contrôle en ligne par imagerie de vertex protons en carbone-thérapie
© Cédric RAY, IPNL et al.



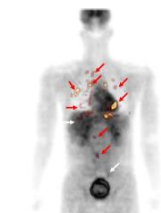
Distribution de dose obtenue par un faisceau de protons ciblant la tumeur pulmonaire, simulée avec GATE © David SARRUT, Loïc GREVILLLOT, Nicolas FREUD, CREATIS & CLB

Laboratoire d'Excellence PRIMES

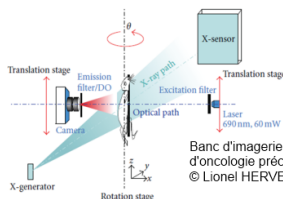
WP2: Emerging Imaging Techniques

WP4: Multidimensional Image Processing

WP5: Image-based Simulation and Modeling (modeling of virtual patients)



Détection de tumeurs par CAD © Carole LARTIZIEN, Creatis



Banc d'imagerie bi-modal X/ fluorescence pour études d'oncologie précliniques sur petits animaux
© Lionel HERVE, CEA-LETI

Training: *beside the research program of PRIMES, we develop several training actions as the setup of a training class that will include a practice platform (MRI, ultrasounds, optical imaging and X scanner) and a simulation platform (GEANT 4, GATE and images reconstructions).*



Conclusion: *the expectations from this LabEx initiative are to strengthen the local and regional synergies between scientific and medical actors; to create a pole in medical imaging and physic applied to health; to increase the visibility on these thematics (publications, knowledge transfer, animation); to strengthen international collaborations; to gain recognition in initial and continuous training, to develop valorization through industrial partnership, ...*

Partenaire



Your privileged partner for Translational Cancer Research

The Lyon Rhône-Alpes Auvergne Cancer Research Cluster (CancéroPôle CLARA) was initiated and is funded by public authorities as a result of the French National Cancer Plan.

The CancéroPôle CLARA aims to develop Oncology research in Rhône-Alpes and Auvergne by associating academic, clinical and industrial partners of both regions. Our goal is to develop a regional, national and international strategy in the fight against Cancer and to foster technological transfers for the benefit of patients.

CLARA's ambition is to position the Rhône-Alpes Auvergne inter-region among the European reference in Oncology Research.



Seven Cancer Research Clusters in France

Key Figures

- 1 500 researchers in Oncology
- 210 academic and clinical teams
- 15 structures of excellence with an activity in Oncology Research
- 60 industrial partners in Rhône-Alpes Auvergne
- 2 Cancer Centers (Léon Bérard Cancer Center and Jean Perrin Cancer Center)

Since 2003:
€165M in public aid
More than 450 projects supported by CLARA and the French National Cancer Institute (INCa)
130 scientific events supported by CLARA

CANCÉROPOLE LYON AUVERGNE RHÔNE-ALPES

Our Actions

- Facilitating, structuring and coordinating Cancer Research
- Creating synergies with innovation and economic development stakeholders
- Developing tools, support and funding programs for projects and technological platforms, thus promoting therapeutic, diagnostic and medical technology innovation

Our Funding Programs

MOBILITÉ

Support the mobility of young researchers in Oncology

ONCOSTARTER

Speed up and assist project maturation to maximize their chance in future calls for proposals

PROOF OF CONCEPT CLARA

Develop public-private partnerships to accelerate industrial and clinical transfer

Financial Support



Under the aegis of



More information: www.canceropole-clara.com / Contact: infos@canceropole-clara.com
Bâtiment Domilyon - 321 avenue Jean Jaurès - F69007 Lyon

CANCÉROPÔLE LYON AUVERGNE RHÔNE-ALPES

Profils des entreprises

Companies profiles



Détecteurs SiPM-scintillateurs

Conception de prototypes sur mesure

Simulations CAD-MCNP6

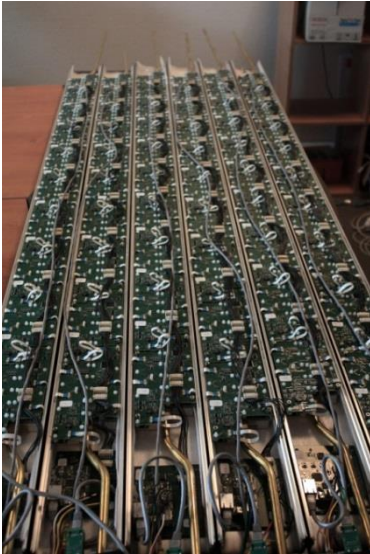
AXINT développe depuis 2007 des détecteurs de radioactivité innovants à destination du monde de la recherche et de l'industrie.

Nos clients, laboratoires et grands comptes (AREVA, ANDRA, CEA, GE, etc.) profitent de notre savoir-faire de la conception des mesures, la simulation des expérimentations, à la réalisation des produits et mesures.



Profils des entreprises

Centrale d'acquisition gamma



Tri défilant de minerai d'uranium



Détection ^{22}Na en galerie souterraine (-400m)

Contact : Benoit Hautefeuille
AXINT SAS, Président
5, rue de la Claire, 69009 LYON
Tel 06 29 85 94 53
hautefeuille@axint.fr



GENERAL COMPANY INFORMATION

Company name: CIRMA, Centre d'Imagerie par Résonance Magnétique pour animaux

SARL, Siren 503162158 RCS Lyon, APE 72.19Z

Address: 1, avenue Bourgelat

Zip code: 69280

City: Marcy l'Etoile

Web site: <http://www.irm-animaux.fr>

Number of employees: 3

Status: JEU, CIR

Support: CNRS, Region Rhône-Alpes, Merial, Merck, Faisability study Oseo , Cifre ANRT 2010.

MAIN ACTIVITY

Design of new methods and instruments for animal's MRI

SERVICES

CIRMA proposes new innovative methods and instruments to take advantage of low field permanent magnet MRI dedicated to medium size animal studies. CIRMA expertise, with dedicated imaging protocols, innovative radiofrequency coils design and new contrast agents, considerably reduces the gap in image quality between the low and high field MRI. Low-field MRI units with their larger gantry size allow to image animals of various sizes like mice, rats, cats, dogs, ewes, goats, pigs, .. So, "big" animal model like pigs can be used for preclinical

Profils des entreprises

studies with lower purchasing and operating costs compared to a high field MRI unit.

COMPANY KEY FEATURES

- CIRMA is a start-up issued from Creatis (I. Magnin) a recognized research laboratory, among the leaders in medical imaging.
 - CIRMA has a strong scientific expertise: all the permanent staff is PhD.
 - CIRMA is located at the heart of the VetAgro-Sup campus and has strong links with animal specialists.
 - CIRMA get the better of a low field MRI unit with new design coils.
- Keywords: Open MRI, animal imaging, preclinical studies, radiofrequency coils, imaging protocols

LAST ARTICLE

Imaging and histological characterization of a human brain xenograft in pig: The first induced glioma model in a large animal - L Selek, E Seigneuret, G Nugue, D Wion, MF Nissou, C Salon, Marie José Seurin, Cl Carozzo, F Ponce, Th Roger, F Berger - Journal of Neuroscience Methods, 221:159-165 (2014)

CONTACT

Nom : Marie Jose Seurin

Fonction : CEO

Email : seurin@univ-lyon1.fr

Phone : +33(0)478875653

Profils des entreprises



Dosilab propose des solutions de dosimétrie passive et opérationnelle pour le suivi des travailleurs dans le secteur médical. Notre service de dosimétrie passive utilise la technologie TLD (Thermo-Luminescent Dosimetry) et notre laboratoire mesure l'exposition aux radiations γ , X et β de plus de 60'000 porteurs de dosimètres en Europe (>25'000 en France). Différents types de dosimètre sont disponibles pour mesurer l'exposition à la poitrine (estimation de la dose au corps entier en Hp(10) et Hp(0.07) ainsi qu'aux extrémités et au cristallin.

Dans les zones contrôlées, en plus du dosimètre passif, il est obligatoire de porter un dosimètre opérationnel. Notre système de dosimétrie opérationnel permet de mesurer la dose et le débit de dose en temps réel à partir d'un débit de $1\mu\text{Sv/h}$. Notre dosimètre opérationnel utilise 2 diodes PIN et est basé sur le principe du comptage de photons.

La dosimétrie des travailleurs est bien établie en France et partout en Europe. Par contre, actuellement peu de systèmes de dosimétrie sont disponibles pour le suivi de l'exposition en temps réel des patients pendant des actes thérapeutiques ou diagnostiques. L'INL en association avec les HCL et le CHG a développé et breveté une technologie basée sur la radioluminescence du GaN qui s'avère idéale pour réaliser des systèmes de dosimétrie in vivo et en temps réel. Dosilab a relevé une licence et développe actuellement en étroite collaboration avec les partenaires scientifiques et cliniques un produit ciblé

Profils des entreprises

initialement à l'AQ en curiethérapie HDR et PDR. Ce premier produit fait l'objet de la présentation oral.

Résumé de la présentation :

Un nouveau capteur utilisant un Crystal GaN a été développé par l'INL en collaboration avec le CHG et plus récemment aussi avec les HCL pour des application de dosimétrie patients. En 2010 Dosilab a signé une licence exclusive sur le brevet INL et industrialisé le prototype INL visant comme première application la AQ en curiethérapie.

Nous allons présenter cette solution industrialisé qui va être commercialisé en automne 2014.

Contact :

Loys Gindraux

loys.gindraux@dosilab.ch

DOSI[→]soft



Solutions for treatment planning, dose calculation and quality assurance in radiotherapy. Solutions for molecular imaging.

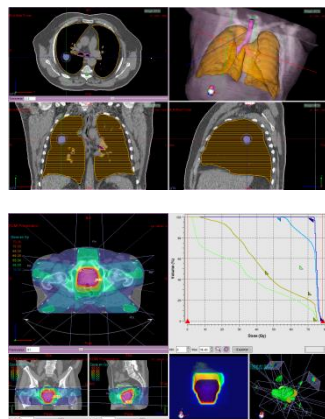
Treatment planning: Flexible ISOgray® suite and independent modules

ISOgray® is a comprehensive user-friendly Treatment Planning System (TPS) for external radiotherapy.

ISOgray consists of several modules. The full version integrates 3 main modules specifically designed for image and structure management (IMAg), Beam positioning virtual simulation

(SIMAg), Dose computation and analysis

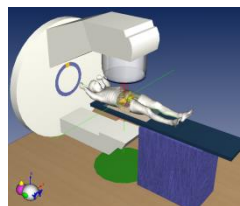
ISOgray®, IMAg and SIMAg may be provided as stand-alone systems. A brachytherapy module and a protontherapy planning system are also available.



The ISOgray® suite meets most requirements of modern radiotherapy techniques and offers a full range of solutions for multimodality image processing, automatic contouring, atlas based automatic segmentation, 4D adaptive radiotherapy, inverse planning IMRT, protontherapy.

Radiotherapy quality assurance

DOSIsoft also provides complementary independent products designed to ensure safe radiation delivery. It offers treatment plan QA (EXAcor), portal *in vivo* transit



Profils des entreprises

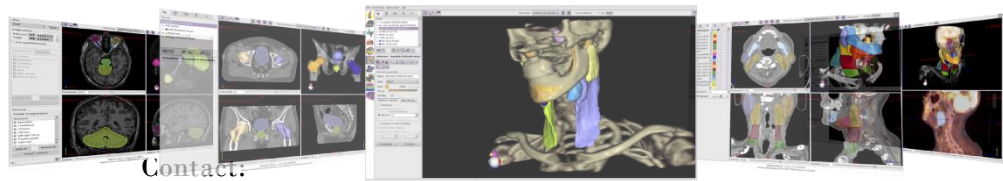
dosimetry (EPIgray®), independent application to verify Monitor Unit calculation performed by you TPS (MU2net).

Molecular imaging: PLANET® independent modules

PLANET® Dose is a complete, versatile and high performance solution for Selective Internal Radiation Therapy (SIRT) dosimetry based on ⁹⁰Y-microspheres.

PLANET® Onco is a solution to help you in the implementation of oncology techniques, from comprehensive exam review, to advanced segmentations and contouring, including fast & automated quantification with powerful multimodality management.

PLANET® Neuro is a 3D application designed to increase accuracy and confidence in the diagnosis of neurodegenerative diseases especially dementia (e.g. Alzheimer disease or dementia with Lewy bodies) but also Parkinson disease and epilepsy.



Contact:

DOSISOFT SA

45/47, avenue
Carnot
94230 Cachan –
France

Tel. : + 33 141 242

626 Fax : + 33
141 242 628

info@dosisoft.com
www.dosisoft.com

S.A. capital 500.000 €

RCS Créteil 443 195
433



Bringing New Horizons to Therapy

EDAP TMS is the world leader in therapeutic ultrasound

Global leader in therapeutic ultrasound and present in the market for more than 30 years, EDAP TMS (NASDAQ: EDAP) develops, manufactures, promotes and distributes minimally-invasive medical devices for urology using ultrasound technology. EDAP TMS is actively operating worldwide via an extensive network of corporate offices, subsidiaries and distribution partners. By constantly investing in Research & Development and partnering with internationally renowned medical research institutions, EDAP TMS has developed a strong valuable patent portfolio based on its innovative technologies. With its complete range of Robotic HIFU devices, EDAP TMS is the most innovative company in minimally-invasive treatment for localized prostate cancer. By combining the latest technologies in imaging and treatment modalities, EDAP TMS just introduced the Focal One® as the answer to all requirements for ideal focal therapy of prostate cancer as a complement to the existing Ablatherm® HIFU. As a pioneer and key player in the field of extracorporeal lithotripsy (ESWL), EDAP TMS introduced the first modular lithotripter. The latest generation of shock wave source is utilized exclusively by EDAP TMS in its Sonolith® range of ESWL systems (Sonolith® i-sys and Sonolith® i-move).

Contact:

Profils des entreprises

Nicolas Guillen, HIFU Project Manager

EDAP TMS France

4, rue du Dauphiné - 69120 Vaulx-en-Velin • France

Tel: +33(0)4.72.15.31.98 - Fax: +33(0)4.72.15.31.51

Mob: +33(0)6.22.91.63.47

www.edap-tms.com - www.hifu-planet.com

nguillen@edap-tms.com

GE Healthcare



GE Healthcare (GEHC) is a global company active in the development of healthcare devices and services. GEHC is fully committed to developing the next generation of healthcare technologies and services via significantly investing over \$1.2 billion annually in research and development. This outcome is facilitated through an extensive network of highly diverse talent including 3,000 research scientists and more than 1,000 PhD's located across our global research centres.

Contact:

Joseph Stancanello, Ph.D.
Executive MBA
Director, Applications&Workflow
Magnetic Resonance Imaging
GE Healthcare
Europe, Middle East and Africa
283 Rue de la Miniere
78533 Buc (France)
joseph.stancanello@ge.com



Graphiconseil

Graphiconseil est spécialisé dans la fourniture d'équipements et de consommables (étiquettes code-barres) de traçabilité, pour les laboratoires de biologie, laboratoires pharmaceutiques, cliniques privées et hôpitaux publics.

Contact :

Jean-Marc Sardin : jm.sardin@laposte.net



IBA (Ion Beam Applications S.A.) is a cancer diagnostics and treatment equipment company, and the worldwide technology leader in the field of proton therapy, the most advanced form of radiotherapy available today.

The Company's primary expertise lies in the development of next generation proton therapy technologies that provide oncology care providers with premium quality services and equipment. IBA's proton therapy solutions are scalable and adaptable, offering universal full scale proton therapy centers as well as next generation compact, single room solutions. IBA also focuses on the development and supply of dosimetry solutions for Quality Assurance of medical equipment and increased patient safety as well as particle accelerators for medical and industrial applications.

Headquartered in Belgium and employing more than 1,000 people worldwide, IBA has installed systems across Europe and the US and is expanding into emerging markets. The Company is focused on providing solutions in the fight against cancer.

Contact:

Damien Bertrand Damien.Bertrand@iba-group.com

intrasense®

Spécialiste du logiciel d'imagerie médicale, Intrasense a été créée en 2004 et est très rapidement devenue une référence internationale incontournable sur le marché. Avec plus de 70 employés sur les 5 continents, la société a construit un réseau de distribution couvrant plus de 35 pays dont les BRICs (Brésil, Russie, Inde, Chine). L'entreprise est présente sur le marché de la routine radiologique et des essais cliniques.

Intrasense conçoit, développe et distribue un dispositif médical logiciel unique, Myrian®, suite logicielle de visualisation et de post-traitement d'images médicales pour le diagnostic et le suivi des cancers et maladies chroniques. Développée avec des partenaires de premier plan, Myrian® combine et exploite toutes les images médicales pour en extraire les informations essentielles à la prise en charge du patient, à l'évaluation rapide de l'efficacité des traitements et, par extension, à l'évaluation des candidats-médicaments.

La stratégie de croissance d'Intrasense repose notamment sur une approche par pathologie (ex : cancer), sur des technologies avancées (architecture robuste, algorithmes propriétaires, multimodalités, workflow clinique) et sur sa stratégie commerciale (forte adaptation aux marchés locaux, couverture internationale, double offre OEM et oncologique).

Profils des entreprises



Vendor-neutral et multimodale, Myrian® s'intègre en toute simplicité avec les HIS, RIS, PACS, modalités, écrans etc. Myrian® peut être installée en stand-alone ou en mode client léger, à l'intérieur et à l'extérieur de l'hôpital.

Myrian® fournit une réponse de premier plan aux enjeux de santé actuels: non seulement la solution

peut-elle être une source d'économies substantielles (dépistage, pronostic, évaluation de l'efficacité de traitements, diagnostic anticipé) mais aussi permet-elle une meilleure gestion du suivi patient (aide à la prise de décision, planification, suivi, communication).

Installée sur 700 sites clients à travers le monde, Myrian® est certifiée « dispositif médical » dans plus de 40 pays, aux Etats-Unis (FDA), en Europe (CE) et en Asie.

Intrasense SA est cotée sur NYSE Alternext (FR0011179886 – ALINS).

Pour plus d'informations sur Intrasense, veuillez visiter notre site: www.intrasense.fr.

Contact :

Stéphane Chemouny stephane.chemouny@intrasense.fr



As a recognized expert in image and data visualization, Kitware develops innovative and performing technologies for different industrial and research domains. Kitware creates and supports leading edge, high quality technologies in the fields of medical imaging (image processing), 2D-3D data visualization, data management (big data and scientific data), computer vision, and technical software development.

Kitware's technologies are mainly developed around open source solutions (VTK, ITK, ParaView, CMake, 3DSlicer, OpenCV ...) and are based on the values of collaborative work as well as the internationally recognized expertise of its engineers & researchers. Kitware is the leading developer in open-source software for scientific computing with toolkits such as The Visualization Toolkit (VTK) for advanced 3D visualization & interaction and The Insight Toolkit (ITK) for image processing. With a wide scope of scientific and industrial expertise, Kitware's engineers develop software and algorithms in the fields of image processing, complex data visualization, big data management and industrial/computer vision. Kitware employs an open source development model to foster extended, collaborative communities, and an open source business model to provide flexible, low-cost technical solutions.

With 15 year of experience in software engineering, Kitware designs complex software solutions for SMEs and large industrial groups worldwide.

Kitware offers turnkey technological solutions to its customers including custom application development, auditing, prototyping, support,

Profils des entreprises

maintenance, technology integration and training services. Based on open source tools Kitware's software development model allows:

- Significant lower development costs.
- Continuous updates at no additional cost.
- Competitive positioning with cutting-edge technology.

Kitware's service offer:

- **Software development:** Kitware's software and algorithms development cover fields such as fluid dynamics, simulation, medical and scientific imaging, big data visualization and analysis, image guided quality control, activity detection and recognition.
- **Application engineering:** Kitware's team is specialized in the design, administration and maintenance of engineering tools. Kitware's technology and solutions rely on technologies that best suit each business procedures, whatever the sector of activity: scientific, industrial and research.
- **Training:** Kitware training courses offer the best opportunity to gain an in-depth understanding for users and developers on tools such as CMake, ITK, ParaView, Slicer, VTK...
- **Support:** Kitware offers a full software support offer (package and hourly rates).

Contact:

Jérôme Velut - Kitware SAS - 26 rue Louis Guérin - 69100 Villeurbanne
- www.kitware.fr jerome.velut@kitware.com

Profils des entreprises



LXRepair is a life science company that develops multiplexed high value functional tests to characterize cellular DNA Repair Enzymatic Activities. The objective of LXRepair is to design Companion Diagnostic kits with original DNA Repair biomarkers to help clinicians to optimize radiotherapy or chemotherapy treatments to fight cancer. Currently two preclinical studies are planned to identify chemoresistance and radioresistance biomarkers in metastatic melanoma and head and neck cancer, respectively.

LXRepair also proposes research tools for academic and industrial researchers allowing to identify DNA Repair based biomarkers in Pharma Drug Development, Cosmetic-Aging Sciences and Environmental and Industrial Toxicology.

LXRepair has a R&D Lab offering customized services on pre-clinical models (human and non-human) for biomarker identification.

Contact:

Sylvie SAUVAIGO : sylvie.sauvaigo@lxrepair.com

PhD, CEO - R&D Manager

7 parvis Louis Néel 38040 Grenoble Cedex 9 France

Tel. +33 4 38 78 37 52



Mauna Kea Technologies is a global medical device company dedicated to the advent of optical biopsy. The company researches, develops and markets innovative tools to visualize and detect cellular abnormalities during endoscopic procedures. Its flagship product, Cellvizio®, a probe-based Confocal Laser Endomicroscopy (pCLE) system, provides physicians and researchers high-resolution cellular views of tissue inside the body. Large, international, multicenter clinical trials have demonstrated Cellvizio's ability to help physicians detect early forms of diseases more accurately and make treatment decisions immediately. Designed to improve patient outcomes and reduce costs within a hospital, Cellvizio can be used with almost any endoscope. Cellvizio has 510(k) clearance from the U.S. Food and Drug Administration and the European CE-Mark for use during digestive, pulmonary and urologic endoscopy procedures, including pancreatic and biliary endoscopic explorations as well as fine needle aspiration procedures.

Abstract

It is beyond doubt that genomics and associated technologies have transformed our understanding of the underlying causes of many diseases with profound impacts on medical research and practice. Information obtained through the processing of data in gene sequencing, biochip capacity and biomarker discovery has allowed the research community to gain insight at the molecular mechanisms of diseases. As optical imaging techniques are fast, cost effective, easy-to-use, and can be readily applied for in vivo studies related to disease processes and biology, they have gained wide acceptance. In addition, optical imaging

Profils des entreprises

enables measurement of multiple biological events simultaneously within the same animal and provides information that can augment the data obtained from other modalities such as PET-CT and MRI. However, factors such as limited depth of penetration and low resolution are some of the drawbacks from such techniques.

Cellvizio, a fluorescence probe-based confocal endomicroscopy (pCLE) technique has extensively proven the benefit of in vivo, in situ & real time examination of living tissues at the microscopic scale. Cellvizio Dual Band bridges the gap between whole body imagers and benchtop microscopes, and brings essential combination of morphological with molecular and functional imaging by achieving simultaneous multi-laser excitation. Its wide span of thin and flexible objectives makes it versatile and adaptable to a wealth of applications ranging from cancer research to neuroscience. The system indeed allows for drug pharmacokinetics, uptake and mode of action to be monitored over longitudinal studies, the same animal being its own control in a given experiment at different time points. Fast dynamic recording also allows for high throughput screening of molecular pathways in specific disorders without the need to perform time consuming, error leading, in vitro or ex vivo studies. This reproducibility and seamless integration in any lab workflow has made Cellvizio a widely adopted technique.

Contacts:

Candice Fauter: candice@maunakeatech.com

Aymeric Blanc: aymericb@maunakeatech.com

Hedi Gharbi: hedi@maunakeatech.com



Nano-H est spécialisée dans l'ingénierie, la conception et la production de nanoparticules polyfonctionnelles hybrides. Son activité principale est double : (a) vente et mise au point de nanotraceurs pour le marquage et le suivi de produits (projets de recherche industriels et matériaux) (b) recherche et développement dans le secteur du médicament (diagnostique et thérapeutique). Deux produits sont développés et les domaines sont visés : la curithérapie et la thérapie par effet radiosensibilisant. Les phases pré-cliniques sont en cours de finalisation pour un accès au démarrage des phases cliniques en 2014-2015. Une activité secondaire est la proposition de projets de recherche dédiés pour le secteur académique et industriel : la pertinence de cette activité est basée sur le savoir-faire de la société et sur sa capacité d'adapter ses matériaux aux applications de ses clients.

Contact :

Cédric Louis, Président, R&D manager

2, place de l'Europe

38070 Saint Quentin – Fallavier

Tel/ Fax : +33 (0)4 7494 5346

Mobile : +33 (0)6 9916 8784

c.louis@nano-h.com



Orten développe et commercialise une solution de logiciel complète de CFAO 3D (Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur) qui permet de concevoir et de fabriquer des orthèses, prothèses et corsets orthopédiques à partir d'un scanner 3D. Plus d'informations sur: www.orten.fr.

Contact :

Pascal Genevois

e-mail: contact@orten.fr

web site: www.orten.fr

Orten

125 rue Bataille

69008 Lyon France

ph: 33 (0)472 611 727

fax: 33 (0)972 227 657

Photonic Science

Scientific Detector Systems

Photonic Science is a high technology independent manufacturer of scientific detector systems covering the range of visible to x-ray and neutron detection. The camera technology offered is wide ranging, from CCD, EMCCD, CMOS to image intensified systems.

We serve customers in scientific, industrial, medical and military activity domains. Imaging systems and cameras sold are designed to customer specific requirements, which can range extensively in environmental requirements with cost effective volume production available for OEM users.

These can vary from the latest megapixel Electron Multiplying CCDs to large area 32 megapixel sensor array, InGaAs FPA.

Photonic Science's ability to design and build specialist systems and to undertake R&D projects has given the company's personnel a wide range of experience in diverse fields, and the ability to transfer this knowledge to our customers.

The company's aims are to stay at the forefront of new technology in order to maintain long term leadership for our customers, developing new products and expanding into new markets.

Contact: Daniel Brau, Sales / Marketing France

Place Bievre Toutes Aures

Bâtiment Amélia Earhart

38590 St Etienne de St Geoirs

daniel@photonic-science.com



La société REACTIV'IP est spécialisée dans le domaine du traitement et de l'analyse d'images scientifiques. Ses activités de prestation dans ce domaine, visant essentiellement les laboratoires de recherche privés et publics, s'appuient sur des logiciels spécialisés du commerce tels que Image-Pro Premier, Visilog, Avizo Fire, etc. Ses domaines de compétence se situent principalement en imagerie 2d et 3d pour la microscopie, la micro-tomographie, la vision et le contrôle non destructif.

Reactiv'IP est distributeur officiel des logiciels Image-Pro Premier, Image-Pro 3D et Autoquant déconvolution pour la France.

L'activité de service de REACTIV'IP se concentre autour des thématiques suivantes :

- Développements d'applications spécifiques pour la segmentation, le comptage, la métrologie ou encore la détection de formes automatique.
- Expertises et études de faisabilité,
- Formations,
- Dépouillement de données,
- Participation à des projets de recherche,

Reactiv'IP consacre une part importante de sa R&D au développement d'une nouvelle génération de librairie de traitement d'images, à destination des développeurs et des intégrateurs. Massivement vectorisée et distribuée sur cluster de PC, la librairie IPSDK offrira des vitesses de calcul compatibles avec les volumes de données toujours plus importants.

La première version de IPSDK sera disponible en octobre 2014 et proposera toutes les fonctions de traitement d'images 2D et 3D incontournables via des interfaces C++ et Python.

Reactiv'IP a reçu l'accord Crédit Impôt Recherche et dispose d'un numéro d'enregistrement en tant qu'organisme de formation.

Contact :

Laurent Bernard

c/o AEPI, 1 place Firmin Gautier

38027 Grenoble – France

Téléphone: +33 (0)4 76 70 97 29 / +33 (0)6 31 67 95 17 |

laurent.bernard@reactivip.com

<http://www.reactivip.com>



Founded in 2005 and based in Aix-en-Provence (France), SuperSonic Imagine is a company specializing in medical imaging. The company designs, develops and markets a revolutionary ultrasound system, Aixplorer®, with an UltraFast™ platform that can acquire images 200 times faster than conventional ultrasound systems. Aixplorer® is the only system that can image two types of waves: ultrasound waves ensure excellent image quality and shear waves, which allow physicians to visualize and analyze the stiffness of tissue in a real-time, reliable, reproducible and non-invasive manner. This innovation, ShearWave™ Elastography, significantly improves the detection and characterization of numerous pathologies in several applications including breast, thyroid, liver and prostate. SuperSonic Imagine has been granted regulatory clearances for the commercialization of Aixplorer® on the main markets. As of December 31, 2013, SuperSonic Imagine has an installed base of 773 Aixplorer® ultrasound systems in over 50 countries.

Abstract

Ultrasound can be considered as a disruptive technology in the medical device arena (Christensen, 2003). A disruptive technology has the potential to break the rules of existing markets. Because of its real time capabilities, its non ionizing properties and its cost ultrasound has significantly impacted clinical segments within radiology, obstetrics, vascular or cardiology. In this context, innovations in the ultrasound field always have enormous potential.

Profils des entreprises

Today a new technological breakthrough is ongoing with the advent of massive parallel computing capabilities. This results from the incredible demand in processing and display performances needed in the videogame industry. In addition to multicore architecture CPU's, new graphical processing units (GPU) allow parallel processing on thousands of channels simultaneously. This technology is available for the ultrasound industry and is the enabler to full software-based architecture systems. In 2009, SuperSonic Imagine introduced the first full software-based ultrasound system (Aixplorer®): instead of increasing integrated hardware processing channels, all the processing is performed by the software unit (CPU and GPUs). The concept of processing channels disappears - the system is able to compute in parallel as many channels as required by the acquisition.

This architecture paves a new way to perform ultrasound imaging: ultrafast ultrasound imaging. This is the focus of this presentation, what is ultrafast imaging, what new information can be assessed using it , how can we revisit standard ultrasound modes using ultrafast capabilities and enhance performances of current ultrasound devices and what innovations could it bring in the future ?

Jeremy Bercoff (2011). Ultrafast Ultrasound Imaging, Ultrasound Imaging - Medical Applications, Prof. Oleg Minin (Ed.), ISBN: 978-953-307-279-1, InTech, DOI: 10.5772/19729. Available from:
<http://www.intechopen.com/books/ultrasound-imaging-medical-applications/ultrafast-ultrasound-imaging>

Contact: Pascal Dardelin: pascal.dardelin@supersonicimagine.com et
Guillaume Dussere : guillaume.dussere@supersonicimagine.com
SuperSonic Imagine Les jardins de la Duranne, Bât. E&F
510, rue René Descartes
F- 13857 AIX EN PROVENCE



VERMON is committed to serve the industry, designing and manufacturing advanced and unique transducer technologies. Long term strategy is to support our customer's innovative ultrasound diagnostic modalities as well as strengthening their long term market position with superior ultrasound imaging performance. Vernon has been leading 1-3 piezoelectric composite technology development and industrialization to enhance ultrasound transducers state of the art. To achieve and further extend this position, vermon designs, produces and controls all probe acoustic components, manufacturing tools and technologies. The industrial organization addresses a very diverse customer base, from early stage R&D performers to ultrasound market leaders over a very broad product portfolio. All transducers are manufactured in Tours Headquarters facilities under our ISO 9001, ISO 13485 and ISO 14001 Quality Management System.

Contact:

Mathieu Legros: m.legros@vermon.com

Vernon S.A. - R&D Department

180 rue du Général Renault

BP 93813

37038 TOURS Cedex 1

France

www.vermon.com



VISUALSONICS
FUJIFILM

Visualsonics is a company that has developed a technology for 2D and 3D co-registration of high-frequency US and photoacoustics in real-time (US-PA). The in vivo imaging technology has already shown great potential in deep-tissue (2-3 cm) imaging and tumour detection with the resolution of optical imaging (30-40 μ m) in a non-invasive approach. VSI will further develop and optimize this technology for imaging molecular targets relevant in JIA. With this technology it would be possible for the first time to introduce molecular imaging ideally suited for routine outpatient care. By combination with US, a molecular imaging tool widely available at the point of care, i.e. in clinical practice, can be established, which is not feasible with MRI or nuclear medicine technologies.

VisualSonics is the world leader in real time, in vivo, high-resolution micro imaging systems designed specifically for preclinical research in numerous fields, including Cardiovascular, Cancer, Neurobiology and Developmental biology. The VEVO® high frequency ultrasound technology and Photoacoustics technology enables in vivo, real-time, high resolution visualization and quantification of anatomical, functional and molecular targets, hemodynamics, therapeutic interventions etc. A successful adaption of our technology to image Juvenile idiopathic arthritis will facilitate the improved diagnosis and treatment. With the current effort of VSI in translational medicine and

Profils des entreprises

the focus on moving the experience from the preclinical studies into the clinic a pilot project like MIRACLE is an important approach to adapt the current technology to diagnose and treat patients.

Contact:

Philippe Davault

Sales manager Europe South

FUJIFILM Visualsonics Inc

pdavault@visualsonics.com

www.visualsonics.com

+33 6 28 91 59 95 cell phone France

+31 207 512 020 - Amsterdam office

Profils des entreprises



V O X C A N est une C.R.O avec une forte expertise dans le domaine de l'**imagerie médicale** anatomique (CT et μ -CT) et fonctionnelle (bioluminescence et fluorescence) appliquée à la **recherche préclinique**. Les services proposés permettent d'améliorer le développement et d'accélérer la mise sur le marché des dispositifs médicaux, des médicaments ou vaccins, dans une large gamme de thématiques thérapeutiques (oncologie, infectieux, inflammation, maladies osseuses, cardio-vasculaires, obésité, ...) sur une large gamme de modèles adaptés à des investigations par imagerie.

Contact :

Emmanuel Chereul, PhD, Directeur Général - General Manager

V O X C A N s.a.r.l

1, avenue Bourgelat - 69280 Marcy l'Etoile – France

Tel : +33 (0)4 78 19 52 38 - Fax : +33 (0)4 78 19 52 40

Mob : +33 (0)6 88 59 09 22

<http://www.voxcan.eu>



Smart Massive Image Management

VOXXL'S SOLUTION

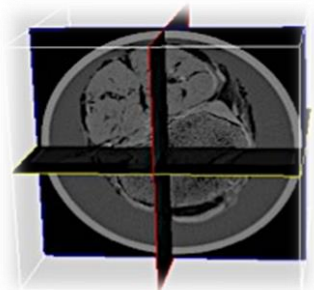
Image analysis sector is currently hampered by majors' issues. In effect, acquiring a large quantity of two or three-dimensional medical data has become commonplace with the advent of new technology such as Micro-Computed Tomography, Phase contrast tomography, X Tomography, Focuses Ion Beam imaging.



Furthermore the pace of massive 2D and 3D data collection is accelerating, the provision of affordable and available technology for dealing with issues such as processing, management, visualizing, dissemination and analysis of huge volumes has lagged behind.

As very high performance computers are not sufficient to visualize and process those massive data, scientists must use data discarding method on their volumes in order to cope with their difficulties and barriers. This loss of information results in image processing errors, loss of quality and resolution.

Voxxl's innovation overcomes software and hardware limits in imaging, making large data



Profils des entreprises

sets easy to work with on any device. Thus scientists are able to visualize and analyze large data volume (>64GB) on common laptop, smartphones, tablets without losing neither resolution nor quality. Its technology also allows users to instantly remotely work on their experiments even on standard bandwidth, which will help scientists worldwide to collaborate, exchange their outcomes and provide new interactive working ways...

Eventually this technology will facilitate new image acquisition devices to spread into the industrial environment by making standard IT computers cost-efficient.

Contact:**VOXXL**

60 avenue Rockefeller

69008 LYON

Web: my.voxxl.com

Email: axel.hars@voxxl.com

Phone: +0033984226178

Présentations des projets PRIMES

PRIMES projects

MR Spy – Procédé et dispositif de mesure pour des applications de résonance magnétique

Hervé Saint-Jalmes^{1, 2} et Olivier Beuf³

¹LTSI; Université Rennes 1, ²CRLCC, ³CREATIS

Les appareils de RMN, d'IRM et/ou de SRM sont des instruments complexes qui mettent en œuvre des champs magnétiques radiofréquence et des gradients de champ magnétique pour créer des images et/ou des spectres d'une région de l'objet ou du corps à étudier. Ces champs sont créés et organisés au rythme de séquences temporelles dont le chronogramme théorique est décrit dans la littérature pour des familles génériques de séquences. Toutefois, la variabilité de ces séquences est extrême et dépend des fabricants de ces appareils. Hormis les informations évidentes (temps de répétition, temps d'écho, type de séquence), les détails des séquences utilisées sur les systèmes cliniques ne sont pas connus si un accord particulier n'est pas passé avec le fabricant. Ainsi, il est bien difficile de connaître précisément les occurrences, les durées et les amplitudes des champs utilisés.

Pourtant ces informations sont indispensables à connaître afin de quantifier les signaux recueillis et donc les images obtenues. Outre les champs mentionnés plus haut, la création du champ magnétique radiofréquence d'excitation implique l'existence d'un champ électrique à la même fréquence qui peut être d'amplitude importante et potentiellement dangereux pour le patient. Sa mesure est donc également précieuse. En effet, plus l'intensité du champ magnétique des appareils d'IRM augmente et conséquemment la fréquence de travail, plus le dépôt d'énergie dans le patient s'accroît également. Le respect des limites normatives devient essentiel. La mesure du SAR (Specific

Projets PRIMES *présentations orales*

Absorption Rate) est ainsi réalisée en continu dans les appareils d'IRM cliniques. A nouveau, le résultat de cette mesure n'est pas directement accessible à l'utilisateur.

Par ailleurs, même lorsque le chronogramme précis de la séquence est bien défini et connu de l'utilisateur de l'appareil, les champs créés ne suivent pas exactement la commande. En effet, diverses imperfections affectent la création de ces champs. L'uniformité spatiale du champ radiofréquence et/ou la linéarité des gradients de champ magnétique sont imparfaites. La commutation des gradients occasionne également la génération de courants de Foucault qui nuisent à la qualité du codage spatial de l'information. De même, les vibrations mécaniques des bobines de gradients ou encore des déséquilibres entre les bobinages de gradients peuvent distordre ce codage spatial. Si les balayages cartésiens du plan de Fourier restent assez résistants à ces imperfections, les balayages non cartésiens (en spirale par exemple) qui sont de plus en plus utilisés pour réduire les temps d'acquisition sont très sensibles à ces défauts. Il devient donc indispensable de mesurer précisément les trajectoires réellement suivies dans le plan de Fourier de l'image lors de ces balayages afin d'en tenir compte pour reconstruire les images. La connaissance de ces trajectoires nécessite à nouveau la mesure des champs magnétiques variables cités ci-dessus.

La présente invention (Dépôt prioritaire FR du 14/02/2013) vise à remédier aux inconvénients de l'art antérieur en proposant un appareil de mesure pour des applications de résonance magnétique, adapté pour mesurer de manière simple et fiable, les champs électromagnétiques radiofréquences et les gradients de champ magnétique réellement appliqués à un objet à examiner par résonance magnétique. Un autre objet de l'invention est de proposer une méthode simple et fiable pour mesurer les champs électromagnétiques radiofréquences et les gradients de champ magnétique réellement appliqués à un objet à examiner par résonance magnétique.

La modélisation biomécanique humaine: vers la médecine personnalisée

Philippe Vezin

LBMC

Tout acte de médecine est unique, au même titre que la personne qui le reçoit. A ce titre, l'élaboration de modèles numériques, en vue d'apporter des outils de diagnostics, de planifications et d'évaluations cliniques, s'avère fortement enrichie lorsqu'une approche patient-spécifique est menée. Toutefois, la création d'un modèle humain associé à un et un seul cas clinique spécifique est un processus long et coûteux si le modèle en question doit être créé à partir de zéro tout en assurant des critères de qualité. Dans la pratique, les modèles biomécaniques numériques s'avèrent ainsi souvent représentatifs d'une population moyenne, voire de quelques catégories types. Pour la création d'un modèle, il est important de respecter la réalité anatomique de la personne représentée. Or les modèles numériques existants sont souvent statistiquement moyens (par exemple 50^e percentile). Il est toutefois possible d'obtenir un outil prédictif patient-spécifique à partir de ces modèles moyens à partir de méthodes avancées de déformations géométriques. Celles-ci nécessitent des acquisitions d'imagerie pour le patient.

Une véritable personnalisation de modèle ne doit pas seulement être géométrique : les propriétés matérielles sont également à adapter autant que possible au patient. Dans un processus d'utilisation en routine clinique, il est indispensable de développer des méthodes *in vivo* et non invasives de mesure et de détermination de ces propriétés matérielles simples et suffisamment précises, basés sur le traitement et l'analyse des acquisitions de différentes modalités d'imagerie (radiographie, IRM,

Projets PRIMES *présentations orales*

ultrasons, ...). Enfin, la prise en compte de facteurs tels que la tonicité musculaire, les interactions mécaniques entre organes, etc. sont d'autant d'éléments nécessaires pour arriver à des modèles patient-spécifique réalistes et biofidèles. Ceci présente encore actuellement de nombreux verrous scientifiques à lever.

Restauration d'images floues et bruitées

Loïc Denis¹, Ferréol Soulez² et Eric Thiébaud²

¹LHC, ²Observatoire de Lyon

L'amélioration de la résolution, du contraste et du rapport signal sur bruit est cruciale pour de nombreuses applications de l'imagerie, en particulier dans le domaine bio-médical. Cette amélioration repose d'une part sur le système d'imagerie et d'autre part sur les traitements numériques des images.

Nous donnerons un aperçu de plusieurs traitements que nous avons développés pour réduire le bruit tout en préservant la résolution (débruitage), pour améliorer la résolution de systèmes bien calibrés (déconvolution), ou pour estimer conjointement le flou et l'image nette (déconvolution dite *aveugle*).

Références :

[1] *Poisson NL means: Unsupervised non local means for Poisson noise*, C. Deledalle, F. Tupin & L. Denis, IEEE ICIP 2010.

[2] *Blind deconvolution of 3D data in wide field fluorescence microscopy*, F. Soulez, L. Denis, Y. Tourneur & E. Thiébaud, IEEE ISBI 2012.

[3] *A "learn 2D, apply 3D" method for 3D deconvolution microscopy*, F. Soulez, IEEE ISBI 2014.

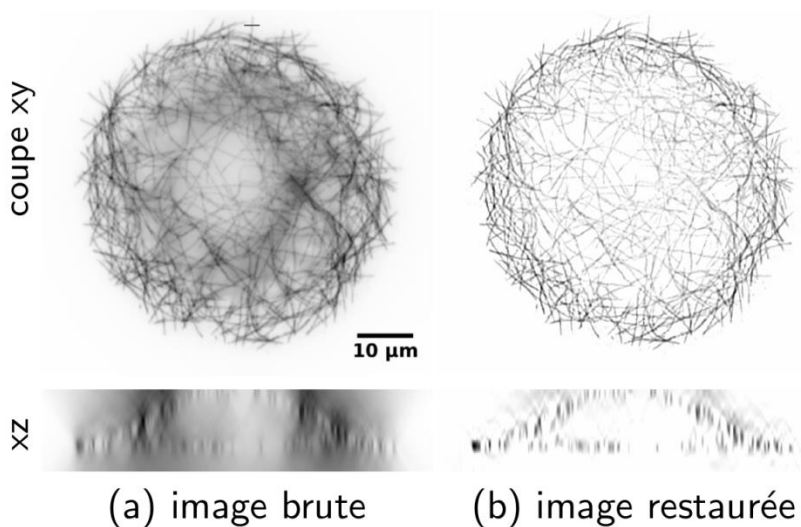


Figure 1 : Amélioration de la résolution en microscopie 3D (microscopie de fluorescence plein champ). L'image restaurée est beaucoup moins floue, les structures sont plus contrastées ce qui facilite leur analyse (source : article [2])

Radiobiology modelling for Treatment Planning System in radio/hadron therapy

Michaël Beuve, Laurie Chollier, Anthony Coliaux, Micaela Cunha, Etienne Testa

IPNL

Predicting the impact of ionising radiations on health concerns many domains, either to estimate radiation risk or to improve the benefit of radiation-based treatments. The impact of radiations depends on many parameters. It depends on the irradiated tissues. Moreover, variability is observed from an individual to another and for a specific individual over time. Cell environment plays also a role. For example, tumours whose vascularisation is reduced are radioresistant. Conversely some agents, like nanoparticles, increase the sensitivity of cells to radiations.

Radiation quality (particle, energy, dose-rate...) has also to be considered in addition to absorbed dose. In radioprotection associated to nuclear power, military, aerospace or imaging based on radioactive isotopes, this dependency is taken into account by pragmatically defining some weighting factors and an outcome “equivalent dose”. Nevertheless, researches are undertaken over the world to get more accurate predictions. In the domain of radiotherapy, including hadrontherapy with protons, carbon ions or neutrons, a higher precision is required and more precise quantities are defined, like the biological dose, the relative biological efficiency...

Our team has been working on this problematic for many years, either by performing measurements in collaboration with the biologists of the Laboratory of Cellular and Molecular Radiobiology (Claire

Projets PRIMES *présentations orales*

Rodriguez-La frasse *et al.*), or by developing models to predict the response of cells to radiations. We developed two solutions: the model Nanox to predict the probability of cell-killing induction as a function of radiation parameters (dose, energy and type) and cell sensitivity ones; the patented DosOxy solution to include, in addition, the level of oxygenation in the tumor.

Les Partenariats Public-Privé: outils

Catherine Oudin

Lyon Ingénierie Projets

Lyon Ingénierie Projets est une Société par Actions Simplifiée, créée en 2006, filiale de l'Université Claude Bernard Lyon 1 et dont le métier est l'ingénierie et le management de projets.

La société regroupe aujourd'hui 35 collaborateurs, qui s'appuient sur un partenariat privilégié avec les 2 000 chercheurs et enseignants-chercheurs de l'Université Lyon 1 pour faire émerger, construire et accompagner des projets de recherche innovants.

L'importance du réseau de partenaires tissé avec les établissements de recherche et les principaux acteurs économiques et institutionnels permet à Lyon Ingénierie Projets de se positionner aujourd'hui comme un acteur de l'innovation en Rhône-Alpes. Forts de cette expérience, nous intervenons aujourd'hui également sur l'ensemble du territoire national, et au-delà, dans la plupart des pays européens.

Le dialogue et les échanges entre le monde académique et les sociétés privées sont plus que jamais indispensables à la valorisation d'une recherche appliquée de qualité qui puisse amener vers des transferts industriels réussis.

L'intervention du 12 juin visera à présenter les principaux outils de partenariat entre laboratoires et entreprises, ainsi que les supports de financement et guichets à privilégier selon les types de collaborations



Prospectives on proton imaging for proton therapy cancer treatment

Nicolas Arbor^{1, 2}, Denis Dauvergne¹, George Dedes³, Jean Michel. Létang², Catherine Thérèse Quinones², Etienne Testa¹, Simon Rit²

¹IPNL, ²CREATIS, ³Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU), Germany

Proton therapy treatment efficiency directly relies on the proton range estimate derived from tissue-relative stopping power (RSP) maps. In current clinical practice, dose simulation in proton therapy planning is estimated from the tissue attenuation coefficients obtained with X-ray CT data and converted to relative stopping power (RSP) maps. However, as there is no unique relationship between Hounsfield units and RSP, this calibration step contributes to a range uncertainty margin which is between 2.5%+1mm and 3.5%+3mm depending on the proton center. Proton computed tomography (proton CT) has the potential to improve the accuracy of the proton therapy treatment by a direct derivation of the RSP. Another potential benefit is the reduction of the imaging dose compared to X-ray CT since the energy loss of each proton can be measured and provides information about the patient tissues.

We propose a prospective study on proton imaging with two main objectives. The first part of the study aims at quantifying the dosimetric accuracy of proton CT. A full Monte Carlo proton therapy treatment planning has been developed in order to quantify the accuracy of dose distribution estimated from X-ray and proton CT images. Proton CT enabled a more precise estimate of the proton range of about 3-4%. This Monte Carlo framework can be applied to any clinical case in order to evaluate the expected range uncertainty margins reduction of a proton therapy treatment planning based on proton CT.

The second part of the study concerns the specifications of a future proton scanner. To follow clinical constraints, this scanner should be able to reconstruct protons position direction and energy at a very high acquisition rate. A prototype has been built using CMOS sensors technology for the tracking, coupled with a scintillating fibers Hodoscope to tag each proton in time. This prototype has been tested in real beam conditions in order to determine the most relevant experimental parameters and the actual limits.

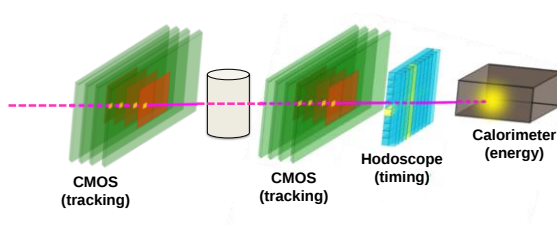


Figure. Schematic view of the proton scanner prototype developed at the IPNL



A Transparent Detector for beam monitoring
in Intensity Modulated Radiotherapy



TraDeRa, a Transparent Detector for Radiotherapy: a detector for online beam monitoring

Yannick Arnoud

LPSC

One of the major breakthroughs in radiotherapy over the past years is the development of the Intensity Modulated Radiation Therapy, the Arc Therapy and the high intensity Flattening Filter Free modes. Those treatments are delivered with several modulated beams applied with different gantry positions, bringing additional complexity.

We are developing a transmission detector, located right after the linac head, in order to monitor the beam properties during the treatment delivery while the patient is being irradiated. This detector allows a full 2D recording of the beam properties, at the linac pulse scale. All the data is logged on a nearby computer with a Bluetooth transmission.

Our present prototype covers a $20 \times 20 \text{ cm}^2$ area at SSD 100 cm with 324 independent ionization chambers. The full detector will include 1600 channels, with an increased granularity in the central area.

The specifications of the final TraDeRa detector are the following:

- coverage of a $40 \times 40 \text{ cm}^2$ area at SSD 100 cm,

Projets PRIMES *présentations orales*

- fully instrumented zone, not to miss any sharp gradient in the beam fluence
- minimization of the beam attenuation to reduce as much as possible the production of contamination electrons,
- uniform attenuation of the beam,
- long term stability,
- lightweight,
- Bluetooth transmission of the data.

Application specific integrated circuits have been developed by the LPSC electronic group, each consisting of 16 high precision QDC converters, with a better than 0,1% linearity. The stability of the detector and its electronics have been successfully tested with the high precision synchrotron beam of the Medical Line at the European Synchrotron Radiation Facility in Grenoble.

Many measurements have been performed under clinical modulated radiotherapy beams, with promising results. The response of the detector is to be translated in terms of a 2D dose map at 5 cm depth, SSD 100cm.



Partenariat avec Dosilab pour l'installation et l'utilisation d'une source gamma

Denis Dauvergne

IPNL

Dans le cadre d'un partenariat entre Dosilab et les chercheurs du Programme Régional de Recherche en Hadronthérapie, un irradiateur gamma de relativement forte intensité sera prochainement installé sur le Campus de la Doua. Cet irradiateur comprendra deux sources (^{137}Cs de 3 Ci et ^{60}Co de 1Ci typiquement), qui seront utilisées pour la calibration de dosimètres par Dosilab d'une part, et d'autre part pour des tests et expériences d'irradiation par des photons de haute énergie par les groupes de recherche.

Nous illustrerons comment un tel partenariat peut être mis en place, et quelles sont les perspectives offertes en termes de recherche et de valorisation.

DGtal: open-source library for digital object geometry processing (P17)

David Coeurjolly

LIRIS

DGtal is a generic open source C++ library for Digital Geometry programming for which the main objective is to structure different developments from the digital geometry and topology community. The aims are numerous: make easier the appropriation of our tools for a neophyte (new PhD students, researchers from other topics,...), permit better comparisons from new methods with already existing approaches and to construct a federative project. Another objective of DGtal is to simplify the construction of demonstration tools to share new results and potential efficiency of the proposed work. Digital geometry aims at defining proper geometric models and properties onto subsets of the integer plane/space ($\mathbb{Z}^d$). It is also interested in defining efficient algorithms for digital object topology and geometry processing. Natural applications of digital geometry are found in image analysis, since images are digital by nature. Digital geometry finds also applications in pattern recognition, computer graphics, biomedical image analysis, OCR, 3D imaging. Even if the domain emerged during the second half of the 20th century with the birth of computer graphics and digital image processing, many links have been demonstrated between Digital Geometry results and fundamental theorems in mathematics (arithmetic, geometry, topology, ...), discrete mathematics (word theory, combinatorics, graph theory, ...) or computer science (algorithmic, computational geometry, image processing, ...).

Quantification automatique de la graisse abdominale sous-cutanée et viscérale par IRM

Khuram Faraz, Hélène Ratiney, Olivier Beuf

CREATIS

Dans l'étude de la surnutrition, la quantification individuelle des différents types de dépôts graisseux est d'intérêt pour l'étude de l'obésité. La classification automatique des graisses viscérales et sous-cutanées est un sujet actif d'intérêt [1]. Nous proposons un algorithme, basé sur les méthodes d'ensembles de niveaux, adapté aux différents profils de sujets. Dans des travaux précédents [2], une méthode pour cartographier la graisse, à partir de séquences multi-échos de gradient a été développée. Les cartographies de la fraction de graisse et les images de deux premiers échos (la graisse et l'eau en phase et en opposition de phase) sont exploitées dans notre travail afin d'obtenir un algorithme plus robuste.

La segmentation est effectuée en exploitant le fait que les deux régions de graisses sont relativement faciles à segmenter au niveau des vertèbres L3 et L4. Un masque de segmentation obtenue pour une tranche sélectionnée au hasard à ce niveau est utilisé comme une contrainte de forme pour la propagation de la segmentation dans la 3ème dimension. Un masque grossier, pour définir le point de départ pour l'évolution de l'ensemble de niveau, est obtenu par des opérations de base de la morphologie mathématique. Le contour évolue selon un algorithme développé par Lankton et al. [3]. Pour la segmentation, l'algorithme de Lankton combine les approches basées sur les régions et sur les contours. Comme dans notre cas trois images (la cartographie et les deux premiers échos) sont exploitées, l'énergie à minimiser, pour l'évaluation du contour, est la somme des trois énergies dont chacune est définie suivant l'approche de Lankton et al. Les paramètres de localisation du contour pour chaque image sont ajustés de manière empirique afin d'obtenir une segmentation optimale. En outre, une expression de la contrainte de forme est

Projets PRIMES démonstrations

ajoutée pour une propagation contrôlée dans la troisième dimension. La figure-1 montre les résultats de segmentation pour deux coupes IRM sur un sujet. On peut observer que l'algorithme donne la bonne segmentation à l'endroit où les deux types de graisses sont confondus sur la cartographie de la fraction de graisse. Les résultats obtenus sont à corroborer par la segmentation manuelle par un biologiste.

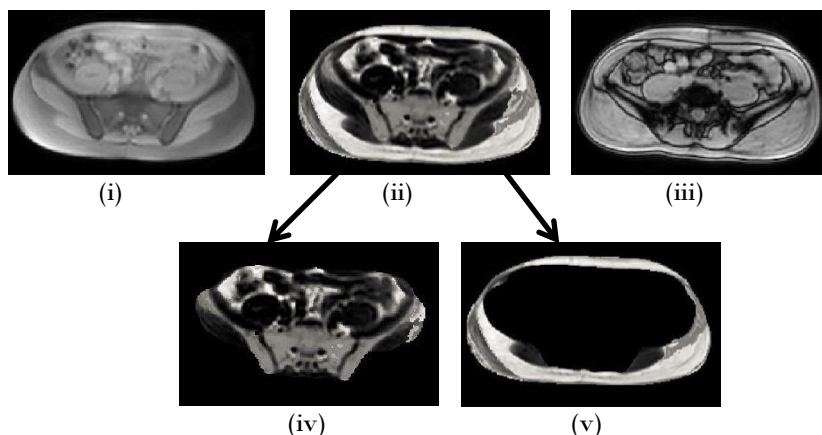


Figure-1: Coupe axiale extraite d'une acquisition 3D multi écho de gradient: (i) 1er écho en phase; (ii) cartographie de la fraction de graisse; (iii) 2ième écho en opposition de phase; (iv) graisse intra-abdominale; (v) graisse sous-cutanée

Références :

- [1] S.A. Sadananthan, B. Prakash, MKH Leow, C.M. Khoo, H. Chou, K. Venkataraman, E.Y.H. Khoo, Y.S. Lee, P.D. Gluckman and E. S. Tai, S. S. Velan. Journal of Magnetic Resonance Imaging, 2014
- [2] B. Leporq, H. Ratiney, F. Pilleul, and O. Beuf. European Radiology, vol. 23, no. 8, 2013.
- [3] S. Lankton and A. Tannenbaum. IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 17, No. 11, November 2008

Biomechanical Patient specific modeling of Respiratory Motion Dose calculations and PET image reconstruction

Hamid Ladjal, Yazid Touileb

LIRIS

How to predict the internal motion based on biomechanical modeling of the respiratory system. And a GUI (Graphical User Interface) show a 4D dose calculations and 4D PET imaging where internal motion is estimated by mesh vertex transformations calculated using Finite Element-based patient description.

CreaTools (P9)

Claire Mouton, Eduardo Davila

CREATIS

Les CreaTools sont une suite d'outils pour le développement de logiciels de traitement et visualisation d'images médicales. Ils sont développés par CREATIS, unité de recherche avec une large expérience dans le domaine du traitement d'images médicales. Les CreaTools sont Open-Source et multi-plateforme (Windows, Linux, MacOSX).

Les CreaTools sont un ensemble d'outils conçus pour répondre aussi bien aux besoins d'utilisateurs finaux (médecins, étudiants, chercheurs) que de développeurs. Ainsi, les CreaTools fournissent :

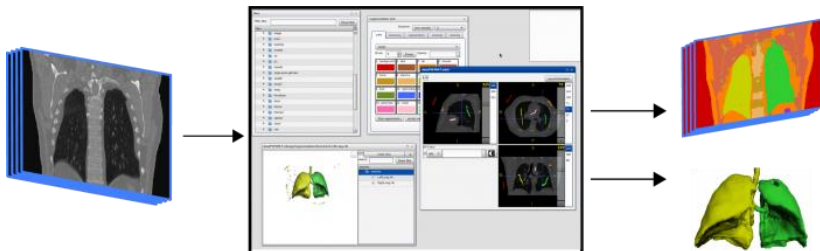
- des Applications clés-en-main pour utilisateurs finaux en visualisation et traitement d'images
- un environnement de développement permettant :
 - aux étudiants et chercheurs de créer facilement leurs propres applications basées sur des composants existants
 - aux développeurs de gérer leurs projets, réaliser de nouveaux modules et même de participer au développement des CreaTools
- des composants prêts à l'emploi : bibliothèques, aussi bien de bas niveau que de haut niveau, à utiliser dans les développements personnels

Visualisation et traitement d'images via internet

Sébastien Valette, Hector Jacinto, Rémy Prost

CREATIS

Nous proposons une interface de visualisation et traitement d'images médicales via internet. Exploitant les technologies issues du standard HTML5 (WebGL entre autres), notre infrastructure permet notamment aux utilisateurs de visualiser et annoter des images médicales, et de traiter ces images via des programmes installés sur le serveur. L'architecture serveur étant principalement basée sur des appels en ligne de commande, notre solution est très adaptée dans le cas de codes hétérogènes. Des applications telles que le rendu volumique, la segmentation et le recalage y seront démontrées.



P1: Gadolinium-based nanoparticles as a powerful radiosensitizing strategy in head and neck carcinoma stem- and non-stem cells

Marie-Thérèse Aloy¹, Imen Miladi², Emma Armandy¹, P Mowat², Claire Billotey², Olivier Tillement², François Lux², Pascal Perriat³ Marc Janier^{2,4}, Claire Rodriguez-Lafrasse^{1,5}

¹LRCM, ²ILM, ³MATEIS, ⁴IMTHERNAT, Hôpital Edouard Herriot

Head and neck squamous cell carcinoma (HNSCC) is an aggressive and recurrent malignancy owing to intrinsic radioresistance. Nanoparticles including high Z elements have been used to improve radiosensitization. In this study, we demonstrate the *in vitro* and *in vivo* radiosensitizing effect of Gadolinium based nanoparticles (sub-5nm GBNs), in a SQ20B radioresistant HNSCC model. The combination of GBNs with photon or 33.6 keV/ μ m carbon ion irradiations significantly decreases cell survival. Radio-sensitization passes through the increase in non-reparable DNA double-strand breaks, the shortening of G2/M phase blockage, the inhibition of cell proliferation, each contributing to the commitment to apoptosis. The combined treatment can also overcome the resistance of SQ20B stem-like cells. Using an SQ20B tumor-bearing mouse model, we also demonstrate that GBNs in conjunction with photon irradiation significantly retard tumor growth compared with the radiation alone. An increase in apoptosis and decrease in cell proliferation is also detected inside combined treated tumors.

These results suggest that GBNs offers a potential adjuvant to radiotherapy of HNSCC tumors

P2: Amyloid-Beta₁₋₄₀ Fibril Polymorphism: Impact on biostability and [¹⁸F]Av-45 Binding

Fabien Chauveau¹, Mathieu Verdurand¹, Elise Levigoureux¹, Sophie Lancelot¹,
Thierry Billard², Luc Zimmer¹

¹CRNL, ²ICBMS

Introduction

Amyloid- β (A β) oligomerization and fibrillization is described as a central causative event in the pathogenesis of Alzheimer's disease (AD). Imaging fibrillar A β deposition in the human brain in vivo by Positron Emission Tomography (PET) has improved our understanding of the time course of A β deposition in AD and normal aging. Amyloid imaging is expected to play a pivotal role in early and differential diagnosis of dementias, and in the evaluation of anti-A β treatments. A recent study showed that different amyloid PET tracers had different binding sites on human amyloid plaques (1). On the other hand, a wealth of literature has described structural polymorphism of amyloid fibrils (2). The aim of our study is to assess whether the polymorphism of amyloid fibrils affects the binding of an amyloid PET tracer.

Methods

Recombinant human A β_{1-40} peptides were obtained from two suppliers (Sigma, rPeptide), and were agitated at 20 μ M and 37°C during 3 days. Resulting fibrils were characterised by Transmission Electron Microscopy (TEM), before and after 30s in an ultrasonic bath. Rats were stereotaxically injected with 5 μ l of fibrils. Brains were collected and frozen after 7 days. Sections were used for in vitro autoradiography with [¹⁸F]AV-45, radiosynthesized as previously published (3), and were subsequently stained with Thioflavine S (ThS).

Results

Spontaneous aggregation of A β ₁₋₄₀ from different suppliers led to different fibril morphologies. Sonication had a drastic effect on mature fibrils, which were broken into protofilaments. After cerebral injection, protofilaments, whether formed spontaneously or by sonication, were detected by [¹⁸F]AV-45 autoradiography, in contrast to mature fibrils. ThS showed the same binding pattern.

Conclusion

These preliminary results highlight an unexpected impact of sonication on the biostability of A β ₁₋₄₀ fibrils and/or on the binding of [¹⁸F]AV-45 and ThS. Experiments at earlier time points are in progress to confirm these hypotheses. Although the pathophysiological relevance of fibrils formed in vitro remains elusive, the impact of fibril polymorphism on amyloid binding deserves further attention.

Acknowledgement/References

Dr Mathieu Verdurand is sponsored by Fondation Plan Alzheimer.

1. Ni et al. *Brain*. **2013**;136(7):2217-27.
2. *Science*. **2005**;307(5707):262–5. *PNAS*. **2008**;105(47):18349–54. *Journal of Molecular Biology*. **2009**;386(3):869–77. *PNAS*. **2009**;106(47):19813–8.
3. Choi et al. *J Nucl Med*. **2009**;50(11):1887–94.

P3: Endoluminal MRI Coils for Mice Rectal Wall Assessment

Hugo Dorez¹, Raphaël Sablong¹, Laurence Canaple², Hervé Saint-Jalmes^{3,4},
Sophie Gaillard¹, Driffa Moussata⁵, Olivier Beuf¹

¹ CREATIS, ² IGFL, ³ LTSI Rennes, ⁴ CRLCC; ⁵ Hospice Civil de Lyon sud –
Service hépato-gastro-entérologie

Background and purpose: MRI is well suited to investigate human body and provide a good spatial resolution and contrast for the characterization and staging of lesions (1). Nevertheless, rectal wall assessment requires an even higher spatial resolution for visualizing different wall layers (2) (0.1-0.5 mm) in detail still within a limited acquisition time. Endoluminal Coil (EC) is drastically increasing local signal-to-noise ratio (SNR) close to coil compared to external coils. The purpose of the research project is to assess mice rectal wall for lesion characterization and staging (colorectal cancer and inflammatory bowel disease) using MRI combined with confocal endomicroscopy and conventional endoscopy (4).

Materials and Methods: Several endoluminal MRI coils were designed and built for mice rectum investigation on a 4.7T Bruker Biospec system. The most advanced one is represented in figure 1. The prototype has been designed with a length of 20mm with an outer diameter of 1.5mm (coil + heat shrink coating). Two PIN diodes were used to actively decouple the coil during the RF transmission.

Results: Compared to a transmit/receive commercial body coil (72mm inner diameter) and to a transceiver quadrature mouse body coil (32mm inner diameter), the SNR gain measured on phantoms close to the EC with active decoupling circuit is 30 and 10 respectively. The SNR profiles shown in figure 4 were obtained with T₁ SE axial sequences (TE=13.66ms, TR=482.50ms, pixel size=70µm, 700µm slice width and acquisition time=8min14s). The SNR of the EC is greater than with the large body coil up to approximately 4mm to the center of the coil and up

to 3mm compared with the quadrature mouse birdcage coil. Images acquired in-vivo show that with the body coil it is not possible to well distinguish colon wall layers due to voxel size limitation (figure 5a). However, the gain in SNR provided by the EC is used to increase spatial resolution and mice rectum wall layers and structures (figure 5b&c) can be observed up to approximately 4mm from the EC center, as the SNR dramatically decreases with the distance from the coil.

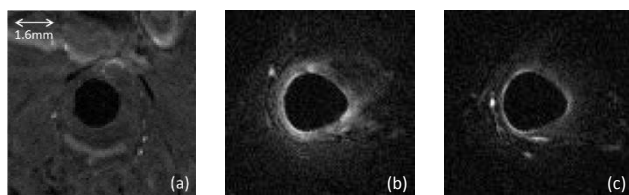


Figure 3 – Comparison between acquisition obtained with quadrature volume birdcage coil E/R (a), (b) acquisition obtained with a body coil in emission mode and EC in reception mode T1 FLASH 3Dslab (TR=20ms, TE=6,653ms, pixel size=50 μ m, slice thickness=234,4 μ m and AcqTime=10min55s). The spatial resolution was improved on (c) (pixel size=40 μ m, slice thickness=234,4 μ m and AcqTime=10min55s) with the same configuration and sequence as (b).

Conclusion: This study shows the feasibility to design small endoluminal coils (1.5mm outer diameter) and to obtain very detailed images of mice rectum wall that were not accessible with volume coils. This work opens perspectives on mice trials using endoluminal coil to characterize colorectal cancer lesions and then, offers a possible way to better understand the pathology.

- [1] Klessen C, et al. European Radiology. 2009; 17(2):379-389. [2] Beaumont C, et al. Current Problems in Diagnostic Radiology. 2013; 42(3):99-112. [3] Pilleul F, Beuf O, et al. Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine. 2005; 18(5):238-244. [4] Waldner M, et al. Nature Protocols. 2011; 6(9): 1471-1481.

P4: Theranostic gadolinium based nanoprobes to improve radiotherapy

Shady Koth¹, Lucie Sancey¹, François Lux¹, Vincent Motto-Ross², Florence Appaix³, Stephan McMahon⁴, Karl Butterworth⁴, Géraldine Le Duc⁵, Pascal Perriat⁶, Olivier Tillement¹

¹ILM-Fennec; ²ILM-Publi; ³ING, Plateforme Microscopie Optique Intravitale; ⁴Centre for Cancer Research and Cell Biology, Queen's University Belfast; ⁵ID17-ESRF; ⁶MATEIS, INSA

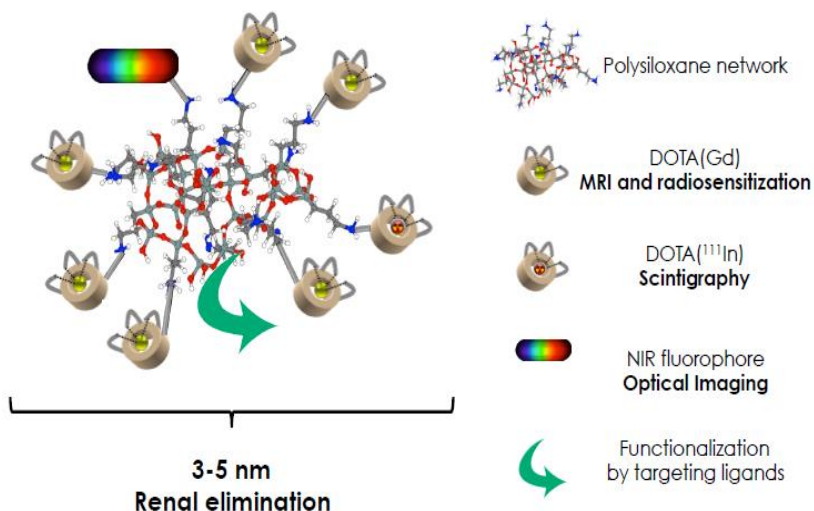
A new type of gadolinium-based theranostic agents (AGuIX)[®] has been recently developed for image-guided radiation therapy. These new particles consist of a polysiloxane network surrounded by gadolinium chelates. Due to their small size (< 5 nm), AGuIX[®] are characterized by bio-distribution that are ideal for diagnostic and therapeutic purposes, where a significant proportion accumulates in the tumors up to 1% of ID/g.

The urinary excretion in mice were investigated using different techniques; two photon Intravital microscopy, Laser induced breakdown spectroscopy, and mass spectroscopy. These particles present no evidence of toxicity even at high concentrations up to tenfold higher than the dose planned for further clinical trials.

In vivo and *in vitro*, the AGuIX[®] act as efficient radiosensitizer in different radioresistant cell lines using different radiation sources and energy. The radiosensitizing effect of AGuIX[®] can't be described using the concept of macroscopic dose enhancement based on the energy attenuation of high Z metal cations, it can be explained by the heterogeneity of the dose deposited in the medium.

Projets PRIMES *posters*

Briefly, gadolinium can undergo electronic activation and Auger cascade leading to nanoscale dose deposition in the vicinity of the nanoparticles. This interpretation was supported by the average radial energy deposition in the vicinity of gadolinium particle after single ionising event.



P5: Dose calculations and Motion compensated PET image reconstruction using deformable mesh models

Hamid Ladjal, Yazid Touileb

LIRIS

Respiratory-induced organ motion is a technical challenge to nuclear imaging and to charged particle therapy dose calculations for lung cancer treatment in particular. Internal organ tissue displacements and deformations induced by breathing need to be taken into account when calculating Monte Carlo dose distributions as well as when performing tomographic reconstructions for PET imaging.

As part of the ENVISION (2010-2014) European project, in collaboration with the CAS-PHABIO team from IPNL (The Nuclear Physics Institute from Lyon), this project presents a methodological contribution to physical dose calculations and PET-based treatment verification for hadron therapy in the case of moving tumours. Contrary to DIR-based methods where motion is described by relative voxel displacement, each organ is represented as a deformable grid of tetrahedra where internal motion is described by mesh vertex transformations calculated using continuum mechanics. First, we proposes a method to calculate four dimensional dose distribution over tetrahedral meshes, which are deformed using biomechanical modeling based on Finite Element Analysis (FEA). Then, we focuses on motion compensation for PET image reconstruction using deformable tetrahedral meshes.

P6: Patient specific modeling of Respiratory Motion for Cancer Radiation Therapy (P5 et P6)

Hamid Ladjal, Yazid Touileb

LIRIS

One of the most dynamic areas of research in radio/hadron therapy is to estimate and to determine the amount and the distribution pattern of energy deposited in various human's organs. The respiratory motion modifies internal organs shape and position. This might impact negatively on the quality of medical acts, as radiotherapy or laparoscopy.

Prediction of breathing movement is complex and it is considered as one of the most challenging areas of research, especially that breathing is controlled by two independent actions: the thorax and diaphragm muscles.

The project focuses on the development of a 4D biomechanical patient specific computational model of the respiratory system, based on the finite element method (FEM) including the appropriate behavior of the diaphragm, lungs, pleura, thorax and soft tissues, to improve the understanding, diagnosis and treatment of moving organs.

The objective is to produce a novel 4D computational patient specific phantom that could be potentially used for diagnosis, beam therapy, dose distribution computation or the registration between online imaging systems such as Gamma Prompt or PET activities.

P7: Computer-aided diagnostic (CAD) system for prostate cancer detection and characterization based on multiparametric magnetic resonance (mp-MR) images

Jérôme Lehaire^{1, 2}, Rémi Flamary³, Olivier Rouvière¹, Carole Lartizien²

¹LabTau, ²CREATIS, ³Laboratoire Lagrange, Université de Nice

The poster presents a computer-aided diagnostic (CAD) system for prostate cancer detection and characterization based on multiparametric magnetic resonance (mp-MR) images. The actual gold standard for prostate cancer diagnostic method is the echo-guided biopsy which is mostly randomly conducted because of the lack of sensitivity and specificity of ultrasound imaging. Radiologists are therefore exploring the feasibility of mp-MR imaging combining various MR sequences to target biopsies towards suspicious areas or ultimately to allow the non-invasive active staging and follow-up of patients.

The interpretation of mp-MR images, however, is complex since cancer lesions may generate conflicting signatures on the different image sequences. To leverage this problem, CAD systems recently demonstrated promising results in assisting radiologists in the diagnostic phase. By extracting features from a single or multiple MR sequences followed by a supervised classification step, the proposed systems generate probability scores of malignancy either at a voxel level (CADE) thus providing probability maps in the whole prostate, or at the level of a region of interest (CADx) outlined by the radiologist.

The CREATIS and LabTAU research laboratories as well as the urinary and vascular radiology department of the Lyon civil hospices (HCL) have been working together since 2009 in order to design efficient MRI based CAD systems with the financial support of the Cancer

Projets PRIMES *posters*

National Institute (INCa). The CARTOGRAPHIX project (2010-2014) targeted the design of a first mp-MRI-based CADx which has been recently shown to improve diagnostic accuracy of radiologists in the prostate peripheral zone (Niaf, Radiology, 2014, study based over a panel of 12 radiologists).

<http://www.healthimaging.com/topics/diagnosticimaging/cad-system-could-improve-prostate-lesion-characterization>)

We now aim at going one step further by designing a CAdE scheme that outputs probability scores correlated with the Gleason score (GL) characterizing the aggressiveness of cancer lesions. The challenge is to design a system that can discriminate among the different types of prostate cancer lesions. This research study is performed as part of the LYRIC project (2012-2017) (www.cancer-lyric.com/). Promising preliminary results based on supervised learning methods will be presented during the poster session and illustrated with probability maps computed on a series of patient exams with different types of prostate cancer lesions.

P8: Intraoperative optical imaging: a tool for guided neuro-surgery of cancer

Laure Alston¹, Laurent Mahieu-William¹, Xavier Armoiry², David Meyronet³,
⁴, Jacques Guyotat⁵, Bruno Montcel¹.

¹CREATIS, ²Pharmacy department / Cellule Innovation; HCL,
³ONCOFLAM, ⁴HCL, Centre de Pathologie et de Neuropathologie Est,
⁵Service de Neurochirurgie D; HCL

L'exérèse chirurgicale des tumeurs gliales, qu'il s'agisse des gliomes de bas grade ou de haut grade constitue l'approche thérapeutique de première intention pour les patients dont la tumeur est jugée résécable. Les données de la littérature montrent que le pronostic est lié entre autres à la qualité de l'exérèse. Les enjeux du geste chirurgical sont par conséquent de permettre une résection la plus macroscopiquement complète tout en préservant l'intégrité des zones cérébrales dites fonctionnelles. Différents dispositifs d'aide à la résection sont aujourd'hui disponibles parmi lesquels la neuronavigation peropératoire mais qui souffre d'une imprécision pour définir la limite anatomique tumorale. De même, la chirurgie guidée par fluorescence peropératoire présente l'inconvénient d'une faible sensibilité. Enfin, les méthodes conventionnelles destinées à délimiter les zones cérébrales fonctionnelles sont d'utilisation et d'interprétation complexes.

Dans ce contexte, il existe un intérêt potentiel à l'évaluation de méthodes de diagnostics plus sensibles et dont l'utilisation permettrait un geste chirurgical plus efficace et à moindre risque de complications. Le présent projet vise à mettre au point ces outils de diagnostic pour une application chez l'homme. La finalité de ces travaux serait de concevoir un dispositif médical original de diagnostic peropératoire

P10 : Etude des performances d'un détecteur pour le contrôle balistique en ligne en hadronthérapie par détection de l'activité β^+

Arnaud Rozes, Christophe Insa, Baptiste Jol, Daniel Lambert, Loïc Lestand, Magali Magne, Franck Martin, Gérard Montarou

LPC

Les protons et les ions carbone sont dotés de propriétés balistiques très intéressantes (pic de Bragg) pour le traitement des tumeurs cancéreuses. L'hadronthérapie utilise aujourd'hui les propriétés de ces particules dans le cadre de la lutte contre le cancer. Pour mieux contrôler le bon déroulement de ce type de traitement en routine clinique, de nouveaux outils doivent être mis au point, tout particulièrement pour vérifier que la profondeur du pic de Bragg est bien celle planifiée. C'est avec cet objectif que le Laboratoire de Physique Corpusculaire de Clermont-Ferrand développe son détecteur pixelisé de grande acceptance (DPGA).

Lorsque des protons ou des ions carbone pénètrent dans un milieu ils y interagissent. Parmi ces nombreuses interactions il va en résulter la production de noyaux radioactifs émetteurs β^+ . La concentration en noyaux émetteurs β^+ s'avère être un bon marqueur du rendement en profondeur des hadrons rendant possible la détermination de la profondeur du pic de Bragg. Les positons β^+ émis par ces noyaux vont disparaître peu de temps après leur création en émettant une signature bien particulière : deux photons de 511 keV émis simultanément à 180° l'un de l'autre. La détection de ce type d'événement d'annihilation comme marqueur de la concentration en noyaux émetteurs β^+ est déjà utilisée couramment en imagerie médicale dans les tomographes à émission de positons (TEP). Le DPGA en reprend le principe. Néanmoins, lors d'un traitement en hadronthérapie, la mesure se trouve confrontée à un niveau de bruit très élevé, bien supérieur à ce que peut

Projets PRIMES *posters*

rencontrer une caméra TEP, surtout si elle est réalisée durant l'irradiation. Cela demande d'optimiser toutes les composantes de la chaîne de détection du DPGA pour améliorer le rapport signal sur bruit et aboutir à une mesure précise.

Le DPGA est composé de deux demi-couronnes placées en vis-à-vis, chacune comportant 120 photomultiplicateurs couplés à autant de cristaux scintillants en LYSO. La lecture des détecteurs est assurée par une électronique à échantillonnage rapide basée sur la technologie DRS4.

Le prototype sur lequel nous travaillons actuellement représente un tiers du DPGA final. Cette configuration est soumise à de nombreux tests avec une source radioactive ou en faisceaux (Ganil, CPO) pour caractériser les performances du dispositif dans des conditions expérimentales diverses. La construction de ce dispositif et les premiers résultats obtenus seront présentés.

Ce DPGA permettra aussi de tester la logique de déclenchement (trigger). L'efficacité de ce trigger a un rôle prépondérant dans un contexte de mesure bruitée. Pour améliorer sa sélectivité nous pensons intégrer une coupure géométrique, et nous présenterons la méthode : les deux photons d'annihilation traduisant la présence d'un noyau émetteur β^+ sont émis à 180° l'un de l'autre, leur détection crée une ligne de réponse. Par simulation Geant4 nous cherchons à connaître toutes les lignes de réponses possibles compte tenu de la géométrie du faisceau. En intégrant ces données dans la logique du trigger nous écarterons des événements ne provenant pas du phénomène que nous souhaitons mesurer.

P11 : Protocole d'imagerie Endolumoinale Multimodal pour l'étude de Lésions tissulaires colorectales sur modèles murins

Hugo Dorez¹, Raphaël Sablong¹, Laurence Canaple², Sophie Gaillard¹, Hervé. Saint-Jalmes³, Driffa Moussata⁵ et Olivier Beuf¹

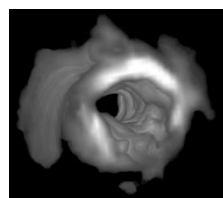
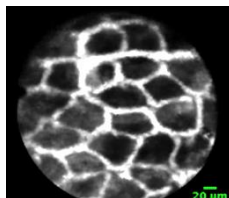
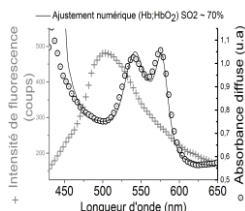
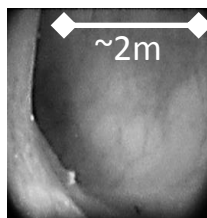
¹CREATIS, ²IGFL, ³LTSI Rennes, ⁴CRLCC; ⁵Hospice civil Lyon sud - Service hépato-gastroentérologie, Lyon

Les études *in vivo* de la physiopathologie des lésions du tube digestif sur modèles murins [1] sont d'un grand intérêt pour une meilleure compréhension des mécanismes d'altérations tissulaires mais aussi pour l'évaluation de réponses thérapeutiques. Elles se basent volontiers sur des investigations endoscopiques de la paroi, à plusieurs échelles et types de contraste [2], lors de suivis longitudinaux, au moyen de dispositifs invasifs a minima [3].

Dans cette perspective nous proposons un protocole d'examen colorectal chez la souris inflammatoire combinant séquentiellement (d) l'IRM à haute résolution spatiale (typiquement 1/20^{ème} de mm dans le plan de coupe axiale) et 3 méthodes optiques permettant de documenter (a) l'aspect macroscopique des parois (endoscope Storz®) (b) l'état de la micro-vascularisation épithéliale (endomicroscope confocal de fluorescence MKT®) ; en corolaire, la spectrophotométrie fibrée (c) de réflectance et d'autofluorescence [4] est ici employée au titre de la « biopsie optique ».

Il s'agit ici de mettre en place un outil de caractérisation multimodale du tissu, notamment à même d'évaluer cette technique spectrale dans un cadre spécifique. Elle bénéficie en effet d'avantages pratiques certains, tout en demeurant parfois controversée quant à son potentiel diagnostique dans un cadre clinique.

Projets PRIMES posters



- (a) Endoscopie lumière blanche (b) Spectrophotométrie de réflectance et fluo (c) Endomicroscopie confocale de fluo (d) Coloscopie virtuelle (IRM)

Références

[1] Tanaka T et al. Cancer Sci. 94(11):965-73, 2003. [2] Hariri LP et al. Lasers Surg Med. 38(4):305-13, 2006. [3] Waldner MJ et al. Nat Protoc. 6(9):1471-81, 2011. [4] Wagnières GA et al. Photochem Photobiol. 68(5):603-32, 1998.

P12: Improving Spatial Resolution from a Single Trabecular Bone Image with Higher Order Total Variation Super-resolution

Alina Toma¹, Bruno Sixou¹, Loïc Denis², Jean-Baptiste Pialat³, Françoise Peyrin^{1, 4}

¹CREATIS; ²LHC; ³INSERM, Lyon; ⁴ESRF, Grenoble.

Osteoporosis is a bone fragility disease increasing with the aging of population in many countries. The early diagnosis of osteoporosis is a major goal to prevent severe complications of osteoporosis. To this aim, the investigation of trabecular bone architecture provides a relevant information since it was shown to be a determinant of bone strength. It is now possible to image trabecular bone tissue at peripheral sites (tibia and radius) with High Resolution Peripheral Quantitative CTs (HR-pQCT). Nevertheless, the spatial resolution of HR-pQCT systems is close to the trabecular thickness (around 150 μm) thus limiting the subsequent quantitative analysis.

To improve the analysis of trabecular bone from *in-vivo* CT images, we investigate super-resolution methods to estimate a higher spatial resolution image from a single lower spatial resolution image. Image super-resolution can be formulated as an ill-posed linear inverse problem. One way to solve this ill-posed problem is to include some prior information and to construct a regularization functional composed from a data fidelity term and a regularization term. A regularization parameter is balancing the contribution of the two terms. The data fidelity term measures the consistency between the estimate and the measurements and the regularization term imposes an a priori constraint on the solution. The solution is given by the minimization of this functional. Traditional regularization methods include Tikhonov, Sobolev or Total Variation (TV) regularization. They have been

Projets PRIMES *posters*

generalized recently with the Higher Order TV regularization. We considered two regularization strategies involving first and second order differential operators. A comparison with the classical bicubic interpolation is made in terms of PSNR, segmentation and structural parameters (the bone surface and the Euler number reflecting the connectivity).

The validation of the proposed approaches is performed on four experimental high-resolution synchrotron micro-CT images of bone samples at 20 μm after simulating the effect of a loss of spatial resolution and degradation by blur and noise.

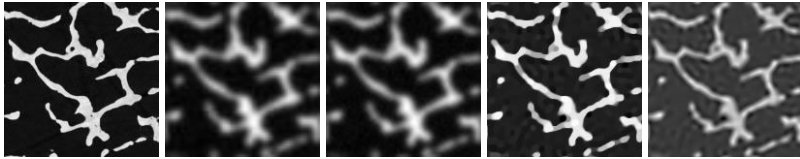


Figure 1. (left to right) Ground truth image, low resolution image, bicubic interpolation, TV regularization image, IHDTV regularization image (patient 3).

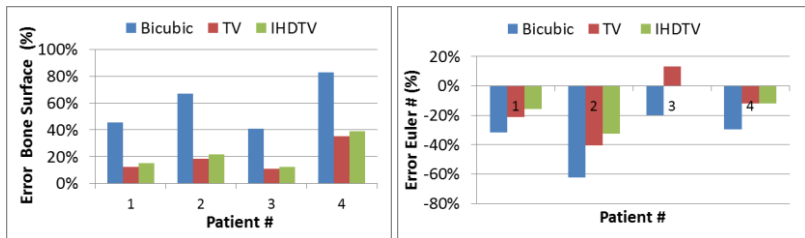


Figure 2. Methods comparison in terms of structural parameters.

Our first tests show that super-resolution methods improve bicubic interpolation (Figure 1) and that Isotropic HDTV regularization provides results similar to TV in terms of bone mass, but it preserves better the bone connectivity (Figure 2).

P13 : Etude expérimentale de fantômes bi-modalités en imagerie photoacoustique multispectrale

Maëva Vallet¹, François Varray¹, Bruno Montcel¹, Jérôme Boutet², Didier Vray¹

¹CREATIS ; ²CEA-LETI

L'effet photoacoustique (PA) est la génération d'ondes acoustiques par un objet illuminé à l'aide d'une onde lumineuse pulsée. L'imagerie photoacoustique, basée sur cet effet, présente ainsi les avantages des deux modalités dont elle est issue, notamment la résolution des ultrasons et le contraste ainsi que les informations fonctionnelles apportés par l'optique. Cette nouvelle modalité, très prometteuse, s'applique parfaitement à l'imagerie de tissus biologiques et en particulier du système vasculaire présentant une forte absorption optique.

Dans ce contexte, nous avons réalisé un système expérimental d'imagerie PA présentant une excitation laser multispectrale. Le signal PA est acquis à l'aide d'une sonde échographique linéaire, connectée à un échographe clinique de recherche ainsi qu'à un module d'acquisition rapide.

Plusieurs fantômes bi-modalités, dont nous maîtrisons les propriétés optiques et acoustiques, ont ainsi été imagés à deux longueurs d'onde (532 et 1024 nm). Ils contiennent des inclusions teintées par des pigments en guise d'absorbeurs optiques. Deux pigments possédant les spectres d'absorption différents ont été utilisés.

Nous présentons ici la validation de ces fantômes *in vitro* en fonction de la nature des absorbeurs optiques choisis et de la longueur d'onde d'excitation laser.

P14: A susceptibility-matched endorectal coil design suited for the MRS examination of the rectal wall

Jean-Marie Verret^{1,3}, Frank Pilleul^{1,2}, Cécile. Rabrait³ and Olivier Beuf¹

¹CREATIS, ²HCL; Département d'imagerie digestive; ²CHU Edouard Herriot,

³Clinical Science Development Group, Buc, GE Healthcare

A magnetic susceptibility effect occurs at the interface between an endorectal coil and the surrounding tissues, inducing B_0 inhomogeneities[1][2]. Proton Magnetic Resonance Spectroscopy (^1H MRS) is very sensitive to these inhomogeneities. Thus, we present an endorectal coil using a susceptibility-matching material: UltemTM, as a solid support and assess its spectroscopic performances. Metabolic changes induced by the colorectal cancer may be observed with ^1H MRS [3] and this coil design could open new perspectives for *in vivo* ^1H MRS acquisitions.

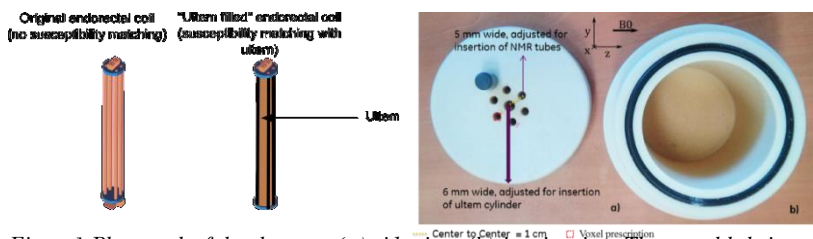


Figure 1 Photograph of the phantom: (a) side view; (b) interior view. The central hole is used for the insertion of the endorectal coil. Six 5mm outer diameter NMR tubes can be placed every 60° around the center.

The phantom is a cylinder filled with water. NMR tubes with metabolite solutions (Choline, Creatine or Lactate) at 50 mmol/L were inserted in the phantom. Two endorectal coils were compared with and without UltemTM. PRESS acquisitions were performed with following parameters: TE/TR = 35/ 1800 ms, BW = 5KHz, 4096 points, NEX = 128 and acquisition time = 72 s. The voxel was prescribed inside each NMR tube(4×4×4 mm³).

The measurements were then performed for different phantom angulations: 15°, 30°, 45° from the B_0 magnetic field.

Projets PRIMES posters

		Lactate FWHM (Hz)	Choline FWHM (Hz)	Creatine FWHM (Hz)
0 °	Uitem	2.6 ± 0.1	3.6 ± 0.1	3.7 ± 0.2
	Reference	3.8 ± 0.2	5.0 ± 0.1	6.0 ± 0.2
15°	Uitem	5.5	6.1	6.3
	Reference	7.6	9.6	12.7
30°	Uitem	17.1	9.3	8.48
	Reference	25.9		
45°	Uitem	21.5		
	Reference	34.9		

* *Reference: Original endorectal coil*

** *Uitem: Susceptibility-matched endorectal coil*

Table 1 : FWHM measurements for spectra acquired with either an Uitem™ matched endorectal coil or original (air filled) endorectal coil for each metabolites. The measurements were repeated 4 times at identical positions for a 0° angulation. For 15°, 30°, 45° angulation of the phantom measurements were acquired once.

Repeated measurements are needed to acquire statistical confidence. Larger voxels prescribed further away from coil would be less exposed to the susceptibility effect since the susceptibility effect is more important close to the susceptibility interface.

The use of a susceptibility-matched endorectal coil significantly reduces the FWHM of the spectra and *in vivo* experiments should be conducted to confirm these results.

- [1] R. S. Dwarkasing, W. R. Schouten, T. E. A. Geeraedts, L. E. Mitalas, W. C. J. Hop, and G. P. Krestin, "Chronic anal and perianal pain resolved with MRI," *AJR Am. J. Roentgenol.*, vol. 200, no. 5, pp. 1034–1041, May 2013.
- [2] D. K. Powell, K. L. Kodsí, G. Levin, A. Yim, D. Nicholson, and A. C. Kagen, "Comparison of comfort and image quality with two endorectal coils in MRI of the prostate," *J. Magn. Reson. Imaging JMRI*, May 2013.
- [3] I. F. Duarte and A. M. Gil, "Metabolic signatures of cancer unveiled by NMR spectroscopy of human biofluids," *Prog. Nucl. Magn. Reson. Spectrosc.*, vol. 62, no. 0, pp. 51–74, Apr. 2012.

P15: X-ray in-line phase-contrast imaging and tomography

Loriane Weber^{1, 2}, Max Langer^{1,2}, Peter Cloestens², Françoise Peyrin^{1, 2}.

¹CREATIS, ²ESRF

The transmission of coherent X-rays through matter can be described in terms of absorption and phase-shift. X-ray phase contrast imaging is becoming a well-known imaging modality, that offers better sensitivity (three orders of magnitude higher) than conventional radiology, for hard X-rays and soft tissues. In-line phase contrast imaging is implemented using a very simple experimental setup, and allows to get a 3D map of the refractive index of an object by first reconstructing the phase shift in the acquired projections through phase retrieval, and then performing tomographic reconstruction with these phase projections [1].

The phase retrieval process is nevertheless sensitive to low-frequency noise. To alleviate this problem, an initial guess of the retrieved phase has been introduced as a prior, under different assumptions on the object [2], [3], [4], [5]. Here we compare the results of two different initial guesses, homogeneous and heterogeneous composition respectively, on a phantom composed of 3 materials (Al, Mg, PET).

The set-up of magnified in-line phase nano-tomography [6] is also presented. This set-up allows 3D imaging presently down to 40 nm resolution. Human cortical bone samples were imaged using this technique. The sub-cellular resolution gives access to 3D imaging of the lacuno-canicular network (LCN) and other material properties on the nano-scale, while yielding a relatively large field-of-view compared to other 3D nano-tomographic techniques ([7], [8]).

- [1] P. Cloetens, W. Ludwig, J. Baruchel, D. Van Dyck, J. Van Landuyt, J. P. Guigay, and M. Schlenker, “Holotomography: Quantitative phase tomography with micrometer resolution using hard synchrotron radiation x rays,” *Appl. Phys. Lett.*, vol. 75, no. 19, p. 2912, 1999.

- [2] D. Paganin, S. C. Mayo, T. E. Gureyev, P. R. Miller, and S. W. Wilkins, "Simultaneous phase and amplitude extraction from a single defocused image of a homogeneous object," *J. Microsc.*, vol. 206, no. 1, pp. 33–40, 2002.
- [3] M. Langer, P. Cloetens, and F. Peyrin, "Regularization of phase retrieval with phase-attenuation duality prior for 3-D holotomography," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 19, no. 9, pp. 2428–36, 2010.
- [4] M. Langer, P. Cloetens, A. Pacureanu, and F. Peyrin, "X-ray in-line phase tomography of multimaterial objects," *Opt. Lett.*, vol. 37, no. 11, pp. 2151–3, 2012.
- [5] M. Langer, P. Cloetens, B. Hesse, H. Suhonen, A. Pacureanu, K. Raum, and F. Peyrin, "Priors for X-ray in-line phase tomography of heterogeneous objects," *Philos. Trans. R. Soc. A Math. Phys. Eng. Sci.*, vol. 372, no. 2010, p. 20130129, 2014.
- [6] M. Langer, A. Pacureanu, H. Suhonen, Q. Grimal, P. Cloetens, and F. Peyrin, "X-Ray Phase Nanotomography Resolves the 3D Human Bone Ultrastructure," *Plos One*, vol 7, no. 8, p. e35691, 2012.
- [7] M. Dierolf, A. Menzel, P. Thibault, P. Schneider, C. M. Kewish, R. Wepf, O. Bunk, and F. Pfeiffer, "Ptychographic X-ray computed tomography at the nanoscale," *Nature*, vol. 467, no. 7314, pp. 436–9, 2010.
- [8] J. C. Andrews, E. Almeida, M. C. H. van der Meulen, J. S. Alwood, C. Lee, Y. Liu, J. Chen, F. Meirer, M. Feser, J. Gelb, J. Rudati, A. Tkachuk, W. Yun, and P. Pianetta, "Nanoscale X-ray Microscopic Imaging of Mammalian Mineralized Tissue," *Microsc. Microanal.*, vol. 16, no. 3, pp. 327–36, 2010.

Liste des participants

Participants list

Marie-Thérèse Aloy

LRCM

marie-therese.aloy@univ-lyon1.fr

Laure Alston

CREATIS

Laure.Alston@creatis.insa-lyon.fr

Nicolas Arbor

IPNL / CREATIS

n.arbor@ipnl.in2p3.fr

Yannick Arnoud

LPSC

yannick.arnoud@lpsc.in2p3.fr

Laurent Bernard

Reactiv'IP

laurent.bernard@reactivip.com

Damien Bertrand

Ion Beam Applications

damien.bertrand@iba-group.com

Olivier Beuf

CREATIS

olivier.beuf@univ-lyon1.fr

Michaël Beuve

IPNL

michael.beuve@univ-lyon1.fr

Aymeric Blanc

Mauna Kea Technologies

aymericb@maunakeatech.com

Jean-Charles Blouzard

France Hadron

j-c.blouzard@ipnl.in2p3.fr

Fabien Boulanger

Pôle de compétitivité

Minalogic

fabien.boulanger@minalogic.com

Daniel Brau

Photonic Science Ltd

daniel@photonic-science.com

Liste des participants

Muriel Busson

IRCM

muriel.busson@inserm.fr

Christian Cachard

CREATIS

christian.cachard@univ-lyon1.fr

Fabien Chauveau

CRNL

chauveau@cermep.fr

Stéphane Chemouny

Intrasense SA

chemouny@intrasense.fr

Emmanuel Chereul

VOXCAN

chereul@voxcan.fr

Patrick Clarysse

CREATIS

patrick.clarysse@creatis.insa-lyon.fr

David Coeurjolly

LIRIS

david.coeurjolly@liris.cnrs.fr

Arnaud Cutivet

CLARA

acutivet@canceropole-clara.com

Denis Dauvergne

IPNL

d.dauvergne@ipnl.in2p3.fr

Pascal Dardelin

Supersonic Imagine

pascal.dardelin@supersonicimagine.com

Philippe Davault

VISUALSONICS FUJIFILM

pdavault@visualsonics.com

Eduardo Davila

CREATIS

eduardo.davila@creatis.insa-lyon.fr

Loïc Denis

LHC

loic.denis@univ-st-etienne.fr

Jean-Marc Dinten

CEA-LETI

jean-marc.dinten@cea.fr

Liste des participants

Hugo Dorez

CREATIS

hugo.dorez@creatis.insa-lyon.fr

Nicolas Ducros

CREATIS

nicolas.ducros@insa-lyon.fr

Guillaume Dussere

Supersonic Imagine

guillaume.dussere@supersonici
imagine.com

Meriem El Azami

CREATIS

meriem.elazami@creatis.insa-
lyon.fr

Khuram Faraz

CREATIS

khuram.faraz@insa-lyon.fr

Candice Fauter

Mauna Kea Technologies

candice@maunakeatech.com

Denis Friboulet

CREATIS

denis.friboulet@free.fr

Sophie Gaillard

CREATIS

sophie.gaillard@univ-lyon1.fr

Pascal Genevois

Orten

contact@orten.fr

Hedi Gharbi

Mauna Kea Technologies

hedi@maunakeatech.com

Loys Gindraux

Dosilab

loys.gindraux@dosilab.ch

Nicolas Guillen

EDAP-TMS

nguillen@edap-tms.com

Ghassan Hamdan

LRCM

ghassan.hamdan@univ-lyon1.fr

Axel Hars

VOXXL

axel.hars@voxxl.com

Benoit Hautefeuille

AXINT SAS

hautefeuille@axint.fr

Liste des participants

Brent Huisman

IPNL/CREATIS

b.huisman@ipnl.in2p3.fr

Fabrice Jaillet

LIRIS

fabrice.jaillet@liris.cnrs.fr

Hanna Kafrouni

DOSIosft

kafrouni@dosisoft.com

Shady Kotb

ILM

shady.kotb@gmail.com

Jochen Krimmer

IPNL

j.krimmer@ipnl.in2p3.fr

Hamid Ladjal

LIRIS

hamid.ladjal@liris.cnrs.fr

Max Langer

CREATIS

max.langer@esrf.fr

Carole Lartizien

CREATIS

carole.lartizien@creatis.insa-lyon.fr

Mathieu Legros

Vernon SA

m.legros@vermon.com

Jérôme Lehaire

CREATIS

jerome.lehaire@creatis.insa-lyon.fr

Zhenhua Lin

AXINT SAS

zhenhua.lin1@gmail.com

Cédric Louis

Nano-H S.A.S.

c.louis@nano-h.com

Franck Martin

LPC

franck.martin@clermont.in2p3.fr

Voichita Maxim

CREATIS

voichita.maxim@creatis.insa-lyon.fr

David Mitton

LBMC

david.mitton@ifsttar.fr

Liste des participants

Bruno Montcel

CREATIS

bruno.montcel@univ-lyon1.fr

Jean-Michel Moreau

LIRIS

Jean-Michel.Moreau@univ-lyon1.fr

Jean-Baptiste Mourgues

LABEX PRIMES

j-b.mourgues@ipnl.in2p3.fr

Claire Mouton

CREATIS

claire.mouton@creatis.insa-lyon.fr

Maciej Orkisz

CREATIS

maciej.orkisz@creatis.insa-lyon.fr

Catherine Oudin

LIP

Catherine.oudin@lip-lyon1.fr

Nicoleta Pauna

LPC

pauna@clermont.in2p3.fr

Françoise Peyrin

CREATIS

peyrin@esrf.fr

Hélène Ratiney

CREATIS

helene.ratiney@creatis.insa-lyon.fr

Jean-Luc Ravanat

CEA-LAN

jean-luc.ravanat@cea.fr

Béatrice Rayet

LABEX PRIMES

b.rayet@ipnl.in2p3.fr

Simon Rit

CREATIS

simon.rit@creatis.insa-lyon.fr

Claire Rodriguez-Lafrasse

LRCM

claire.rodriguez@univ-lyon1.fr

Jean-Loic Rose

Orten

contact@orten.fr

Hugo Rositi

CREATIS

hugo.rositi@creatis.insa-lyon.fr

Liste des participants

David Rousseau

CREATIS

rousseau@creatis.insa-lyon.fr

Laetitia Roux

SATT Lyon Saint-Etienne

laetitia.roux@universite-lyon.fr

Arnaud Rozes

LPC

rozes@clermont.in2p3.fr

Raphaël Sablong

CREATIS

sablong@univ-lyon1.fr

Jean-Michel Sardin

Graphiconseil

jm.sardin@laposte.net

Sylvie Sauvaigo

LXRepair

sylvie.sauvaigo@lxrepair.com

Riccardo Scorretti

AMPERE

Riccardo.Scorretti@univ-lyon1.fr

Marie José Seurin

CIRMA

seurin@univ-lyon1.fr

Behzad Shariat

LIRIS

bshariat@liris.cnrs.fr

Joseph Stancanella

GE Healthcare

joseph.stancanella@ge.com

Nicolae Razvan Stoica

CREATIS

stoica@creatis.insa-lyon.fr

Yannick Tocquet

SATT Lyon Saint-Etienne

yannick.tocquet@universite-lyon.fr

Alina Toma

CREATIS

alina.toma@creatis.insa-lyon.fr

Yazid Touileb

LIRIS

yazid.touileb@liris.cnrs.fr

Kevin Tse Ve Koon

CREATIS

kevin.tsevekoon@creatis.insa-lyon.fr

Liste des participants

Sébastien Valette

CREATIS

sebastien.valette@creatis.insa-
lyon.fr

Maëva Vallet

CREATIS

maeva.vallet@creatis.insa-
lyon.fr

François Varray

CREATIS

francois.varray@creatis.insa-
lyon.fr

Jérôme Velut

Kitware

jerome.velut@kitware.com

Jean-Marie Verret

CREATIS

verret@creatis.insa-lyon.fr

Philippe Vezin

LBMC

philippe.vezin@ifsttar.fr

Magalie Viallon

CREATIS

magalie.viallon@creatis.insa-
lyon.fr

Didier Vray

CREATIS

didier.vray@creatis.insa-lyon.fr

Loriane Weber

CREATIS

loriane.weber@creatis.insa-
lyon.fr

Anne-Sophie Wozny

LRCM

anne-sophie.wozny@univ-
lyon1.fr