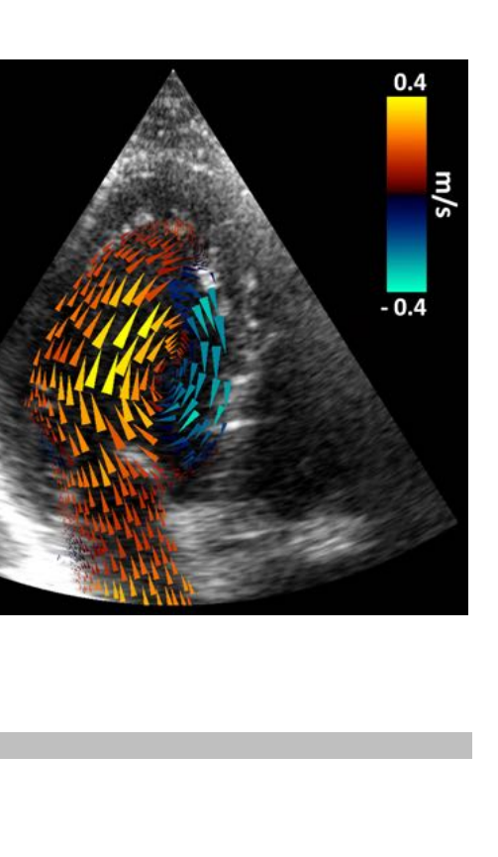
CREATIS | Medical Imaging Research Laboratory
www.creatis.insa-lyon.fr

# Juillet 2020



Assi KC, Gay E, Chnafa C, Mendez S, Nicoud F, Abascal JFPJ, Lantelme P, Tournoux F, **Garcia D.** **Intraventricular vector flow mapping – a Doppler-based regularized problem with automatic model selection.** *Phys Med Biol*, 2017;62:7131–7147: http://www.biomecardio.com/publis/physmedbio17.pdf

## *L'Edito*

**Bonjour à toutes et tous,**

La période que nous venons de vivre a été éprouvante mais aussi riche d'enseignements pour tous à la fois sur le plan personnel mais également collectif. Un élan de solidarité a mobilisé notre attention et nos efforts envers nos familles, amis, collègues, ainsi qu'envers tous les personnels soignants et les personnes qui se sont révélées essentielles au fonctionnement du pays. Les membres du laboratoire ont su s'adapter pour poursuivre les missions de recherche et d'enseignement de **CREATIS**. C'est ainsi que nous nous sommes mobilisés dans la lutte contre le **COVID-19** et en particulier sur les atteintes pulmonaires et cérébrales dont l'imagerie permet d'analyser les manifestations du virus.

Grace à la mobilisation de plusieurs d'entre vous, le déménagement de CPE vers VINCI s'est déroulé comme prévu. Le laboratoire occupait le batiment CPE depuis 1994. C'est donc avec un peu de nostalgie que certains ont fait leurs adieux à ce batiment vieillissant mais dans lequel ils conservent néanmoins de bons souvenirs. Un grand merci à ceux qui ont contribué efficacement à cette nouvelle étape vers un regroupement à VINCI.

Je vous laisse une nouvelle fois découvrir le contenu de cette newsletter qui vous en dira plus sur nos derniers travaux et je vous souhaite un très bel été et un repos bien mérité.

Très cordialement,
Olivier Beuf

## ACTUALITE

### Projet COVID-CTPRED (PI: Pr Pierre Croisille, Laboratoire CREATIS CNRS5220, INSERM U1216, Université Lyon1, INSA Lyon, Université Jean Monnet, CHU Saint-Etienne)

En combinant la « signature » particulière du COVID pouvant être extraite du scanner thoracique aux informations cliniques et biologiques, l' objectif du projet **COVID-CTPRED** est de pouvoir **prédire le devenir des patients à partir des seules données de prise en charge aux urgences.** Le **modèle basé sur les techniques d'intelligence artificielle** aura pour ambition de prédire le risque d'hospitalisation, d'admission en soins intensifs et de complications, afin d'aider à l'optimisation de la prise en charge hospitalière."

Ce projet a obtenu le soutien financier de l'**Université de Lyon**, du CARE (Comité Analyse, Recherche et Expertise) ainsi que de **l'Institut des Sciences de l'Information et de leurs Interactions (INS2I) du CNRS.** Le rôle de cette nouvelle entité, présidée par le **prix Nobel de médecine Françoise Barré-Sinoussi**, est de compléter le travail du Comité scientifique COVID-19, composée de 12 chercheurs et médecins, et de « regarder ce qui est possible techniquement, ce qui est prêt dans les laboratoires », a déclaré la ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Frédérique Vidal. Le CARE couvre trois grands thèmes : les thérapies, les diagnostics et, sur une autre échelle de temps, les futurs vaccins.

Ce projet s'inscrit donc dans la lutte contre la COVID-19 au niveau national, et plus particulièrement dans l'action COVID-19 **GDR ISIS** dans lequel les chercheurs de CREATIS.

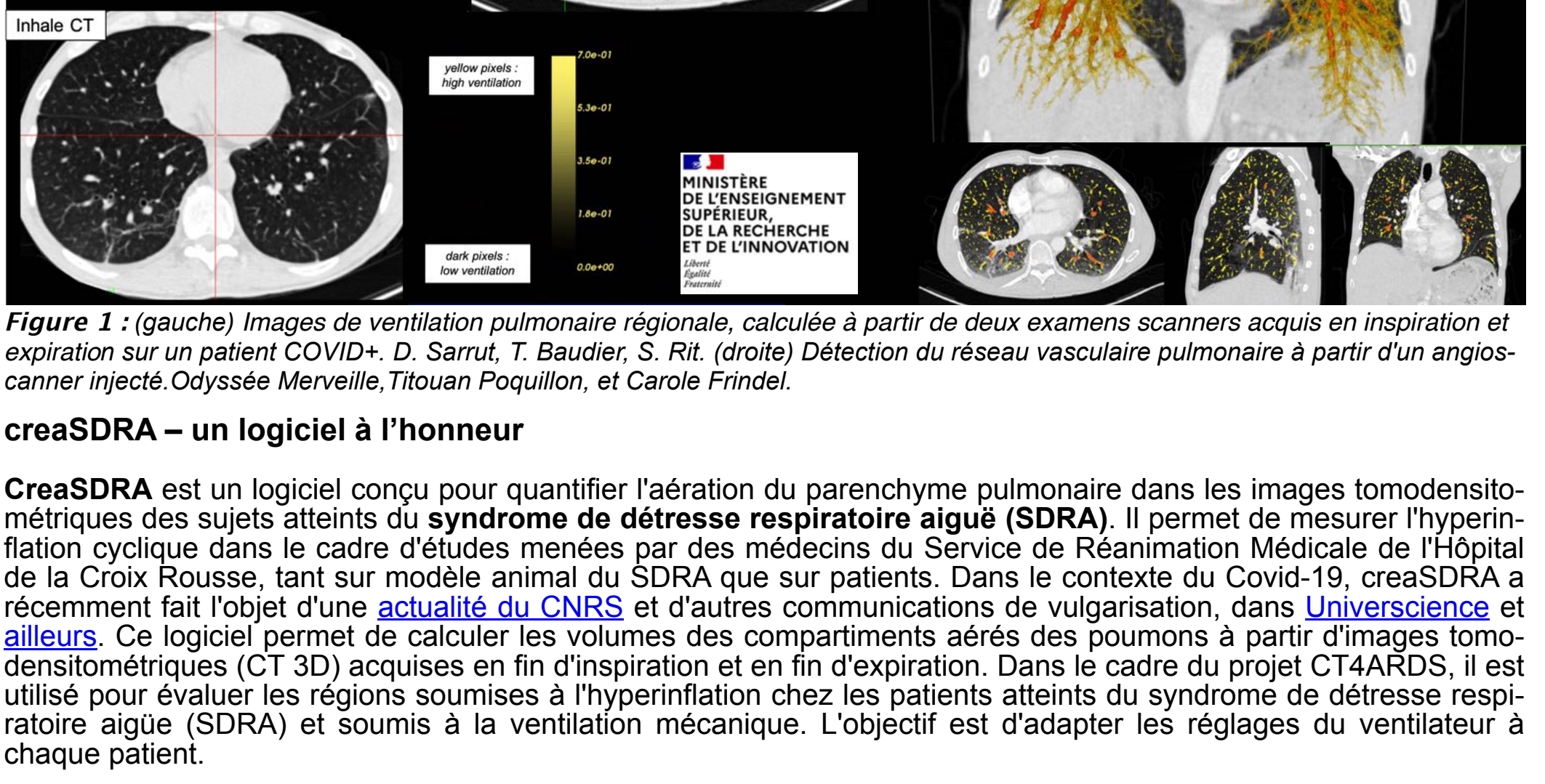

Exhale CT
Inhale CT
Ventilation
Exhale CT
yellow pixels : high ventilation
dark pixels : low ventilation
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR, DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION

***Figure 1 :*** *(gauche) Images de ventilation pulmonaire régionale, calculée à partir de deux examens scanners acquis en inspiration et expiration sur un patient COVID+. D. Sarrut, T. Baudier, S. Rit. (droite) Détection du réseau vasculaire pulmonaire à partir d'un angioscanner injecté.Odyssée Merveille,Titouan Poquillon, et Carole Frindel.*

### creaSDRA – un logiciel à l'honneur

**CreaSDRA** est un logiciel conçu pour quantifier l'aération du parenchyme pulmonaire dans les images tomodensitométriques des sujets atteints du **syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA)**. Il permet de mesurer l'hyperinflation cyclique dans le cadre d'études menées par des médecins du Service de Réanimation Médicale de l'Hôpital de la Croix Rousse, tant sur modèle animal du SDRA que sur patients. Dans le contexte du Covid-19, creaSDRA a récemment fait l'objet d'une actualité du CNRS et d'autres communications de vulgarisation, dans Universcience et ailleurs. Ce logiciel permet de calculer les volumes des compartiments aérés des poumons à partir d'images tomodensitométriques (CT 3D) acquises en fin d'inspiration et en fin d'expiration. Dans le cadre du projet CT4ARDS, il est utilisé pour évaluer les régions soumises à l'hyperinflation chez les patients atteints du syndrome de détresse respiratoire aigüe (SDRA) et soumis à la ventilation mécanique. L'objectif est d'adapter les réglages du ventilateur à chaque patient.

Les algorithmes mis en œuvre et montrant des résultats préliminaires sur vingt patients avec SDRA, dont la moitié avec Covid-19, sera présenté à l'**International Conference on Computer Vision and Graphics** qui se tiendra en septembre à Varsovie, Pologne: Eduardo E. Dávila Serrano, François Dhelft, Laurent Bitker, Jean-Christophe Richard, Maciej Orkisz, Software for CT-image analysis to assist the choice of mechanical-ventilation settings in acute respiratory distress syndrome, ICCVG, Warsaw, Poland, September 14-16, 2020 (proceedings in LNCS).

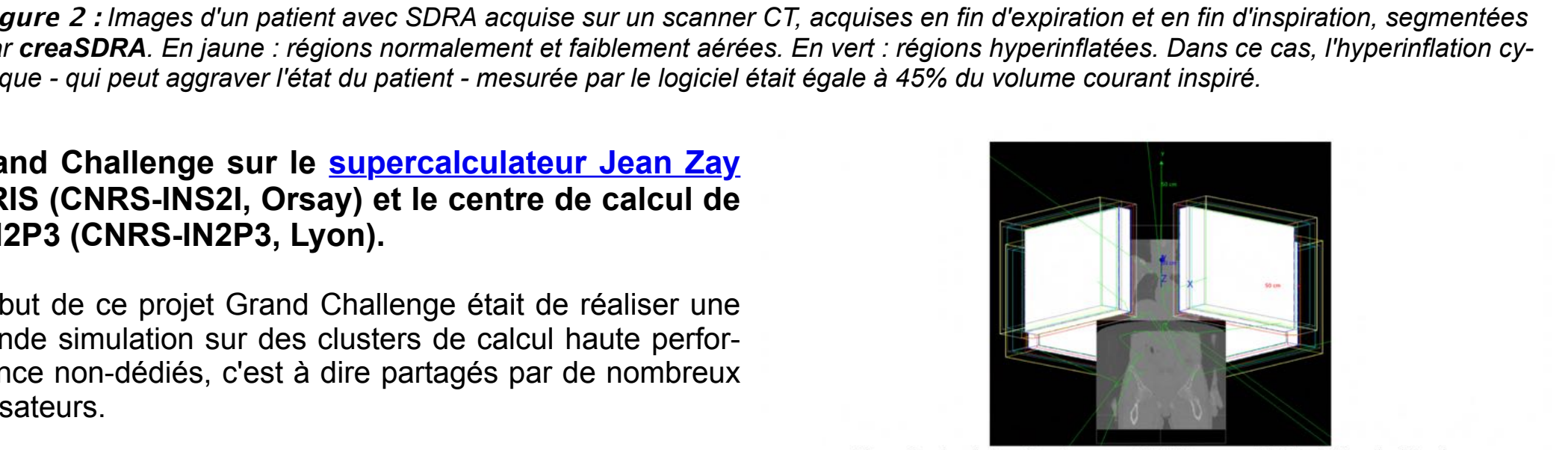


***Figure 2 :*** *Images d'un patient avec SDRA acquise sur un scanner CT, acquises en fin d'expiration et en fin d'inspiration, segmentées par* ***creaSDRA****. En jaune : régions normalement et faiblement aérées. En vert : régions hyperinflatées. Dans ce cas, l'hyperinflation cyclique - qui peut aggraver l'état du patient - mesurée par le logiciel était égale à 45% du volume courant inspiré.*

### Grand Challenge sur le supercalculateur Jean Zay IDRIS (CNRS-INS2I, Orsay) et le centre de calcul de l'IN2P3 (CNRS-IN2P3, Lyon).

Le but de ce projet Grand Challenge était de réaliser une grande simulation sur des clusters de calcul haute performance non-dédiés, c'est à dire partagés par de nombreux utilisateurs.

La tâche était une simulation Monte Carlo complète et réaliste d'une image **SPECT** (Single-Photon Emission Computed Tomography) pendant le traitement du cancer au Lutécium 177 (177Lu) et tenant compte du mouvement respiratoire du patient.

**Cette simulation, supposant environ 17 ans de temps CPU, a été exécutée, ici, en environ 30 jours.** Il illustre la faisabilité d'une simulation Monte Carlo réaliste à grande échelle d'un protocole de cancer théranostique. Tous les développements et résultats sont ouverts et disponibles pour la communauté au sein de la plateforme **GATE** (Geant4 Application for Emission Tomography).

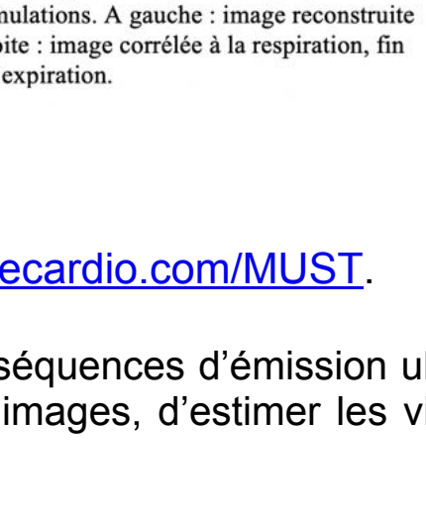


Figure 1 : simulation d'un imageur SPECT composé ici de 4 têtes de détection

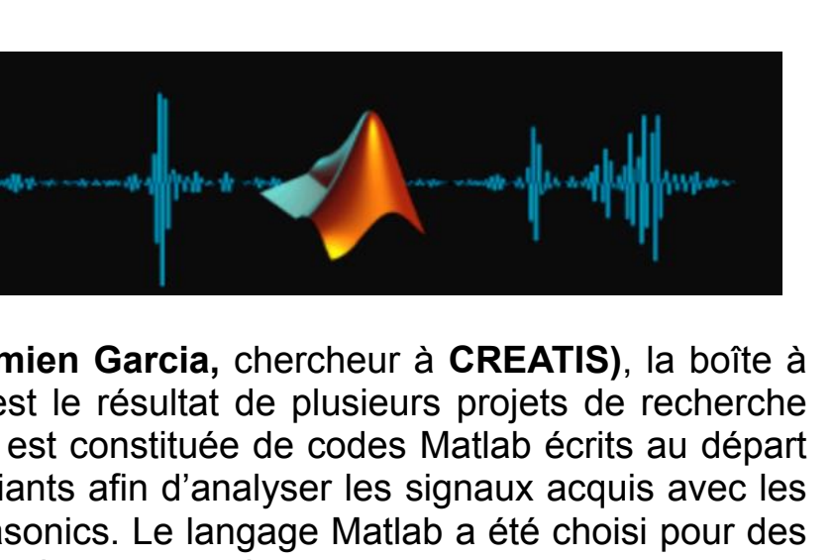
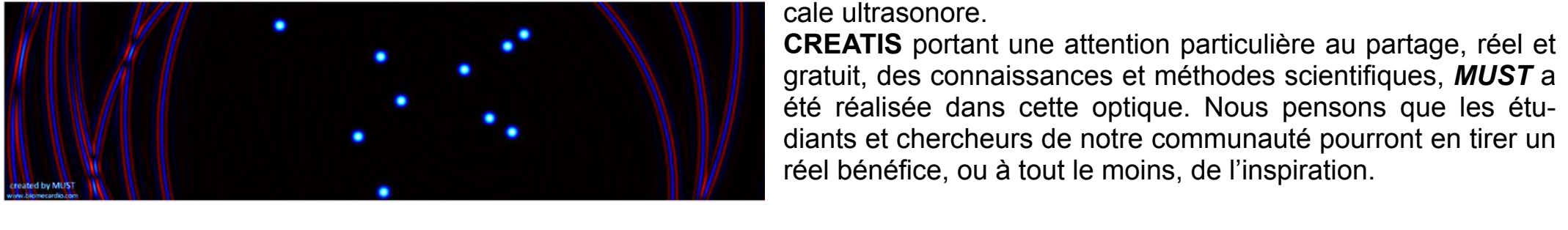
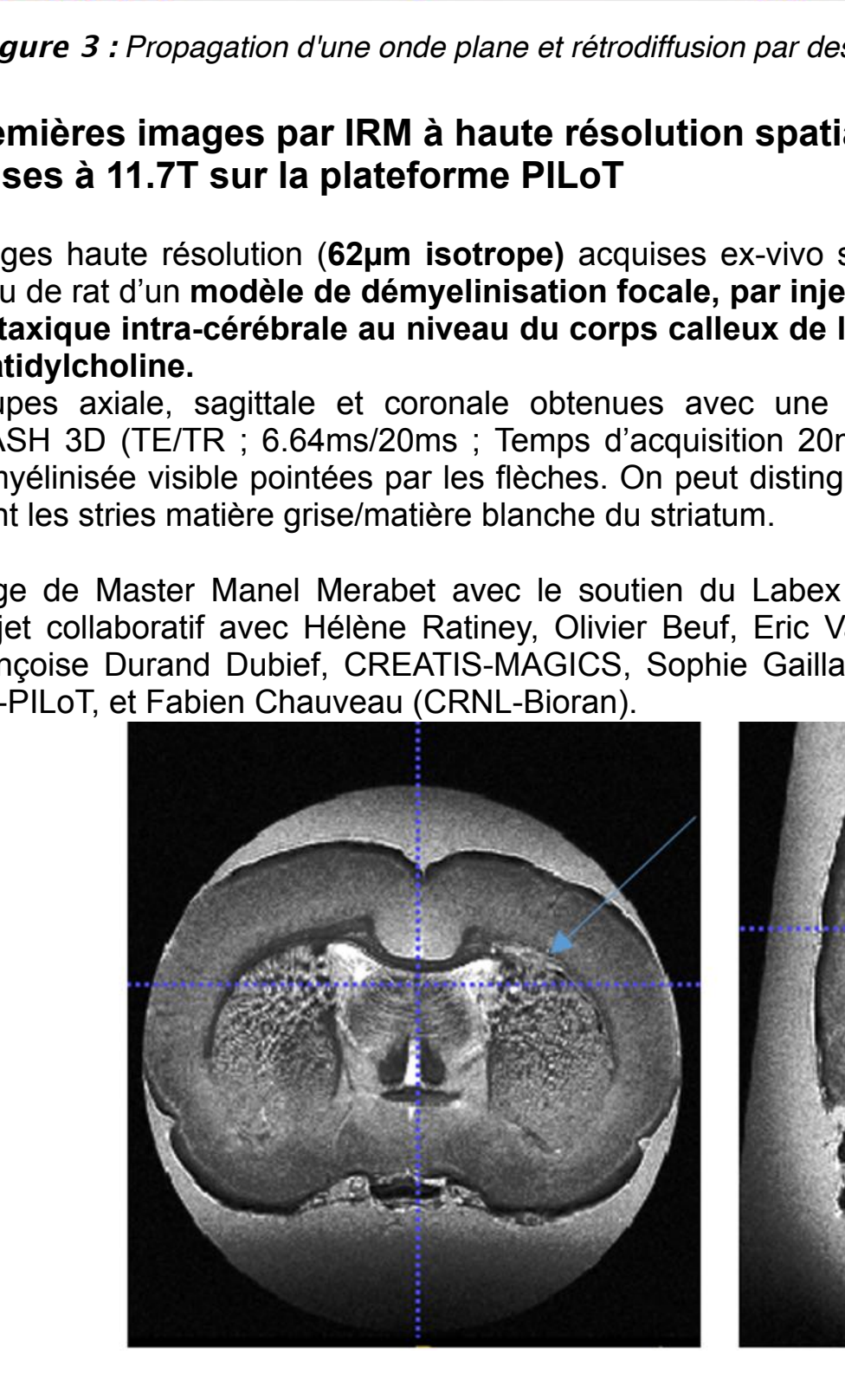


Figure 2 : reconstruction des images issues des simulations. A gauche : image reconstruite sans correction de mouvement. Au centre et à droite : image corrélée à la respiration, fin d'inspiration et fin d'expiration.

### La boite à outils *MUST -Matlab UltraSound Toolbox-* enfin disponible: www.biomecardio.com/MUST.

Une bibliothèque de fonctions Matlab, gratuite et ouverte ***MUST*** permet de concevoir des séquences d'émission ultrasonore, de simuler des signaux radiofréquences, de les post-traiter et de générer des images, d'estimer les vitesses Doppler, et de réaliser des figures et des animations pédagogiques.



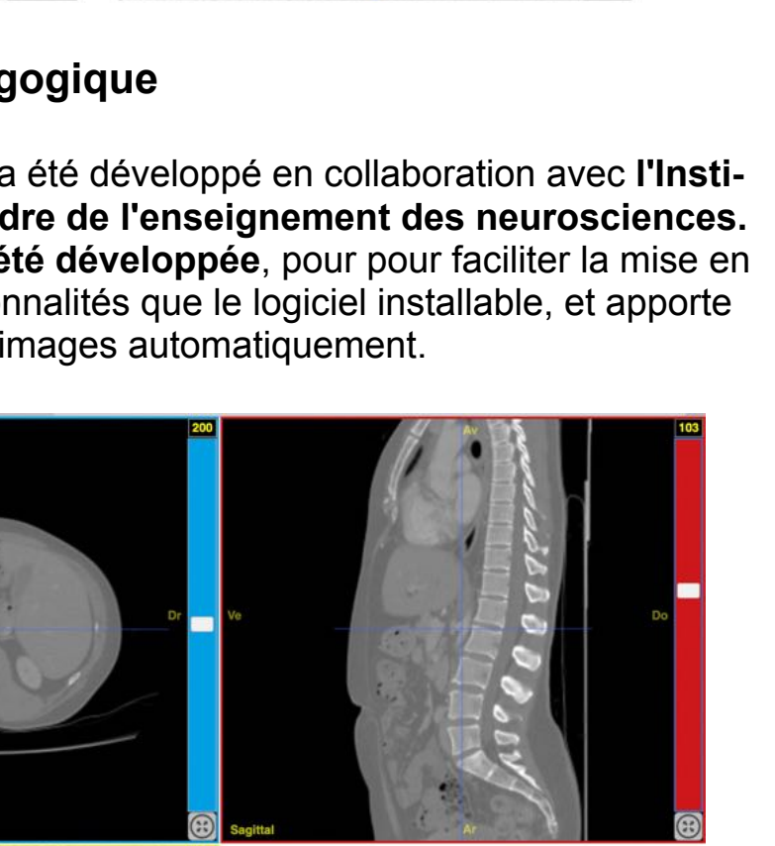


Initiée par **Damien Garcia,** chercheur à **CREATIS)**, la boîte à outils ***MUST*** est le résultat de plusieurs projets de recherche consécutifs et est constituée de codes Matlab écrits au départ pour des étudiants afin d'analyser les signaux acquis avec les scanners Verasonics. Le langage Matlab a été choisi pour des raisons pédagogiques et pratiques.
Des simulateurs (**PFIELD** et **SIMUS**) ont été intégrés dans la boîte à outils afin de fournir aux étudiants des programmes rapides et « **open-source** ». Le domaine de Fourier a été choisi car il est approprié à bien des égards. Le défi, qu'on pense être relevé, était que les fonctions fournies puissent être facilement manipulées après moins de dix minutes. La syntaxe a été uniformisée et les paramètres par défaut sont ceux couramment utilisés en imagerie médicale ultrasonore.

Les programmes de la boîte à outils ***MUST*** sont actuellement destinés à l'analyse bidimensionnelle. La bi-dimensionnalité est en effet adaptée à la plupart des applications d'imagerie médicale. Étant donné la disponibilité et la croissance de l'imagerie ultrasonore en 3-D, les fonctions de MUST en 3-D sont en cours de développement.
***MUST*** avait emporté un franc succès lors de l'école internationale « ***UFFC2019 US school*** » (www.biomecardio.com/UFFC-school2019/), organisée par l'équipe **ULTIM** de **CREATIS**. Ses fonctions sont particulièrement adaptées à la recherche médicale ultrasonore.
**CREATIS** portant une attention particulière au partage, réel et gratuit, des connaissances et méthodes scientifiques, ***MUST*** a été réalisée dans cette optique. Nous pensons que les étudiants et chercheurs de notre communauté pourront en tirer un réel bénéfice, ou à tout le moins, de l'inspiration.

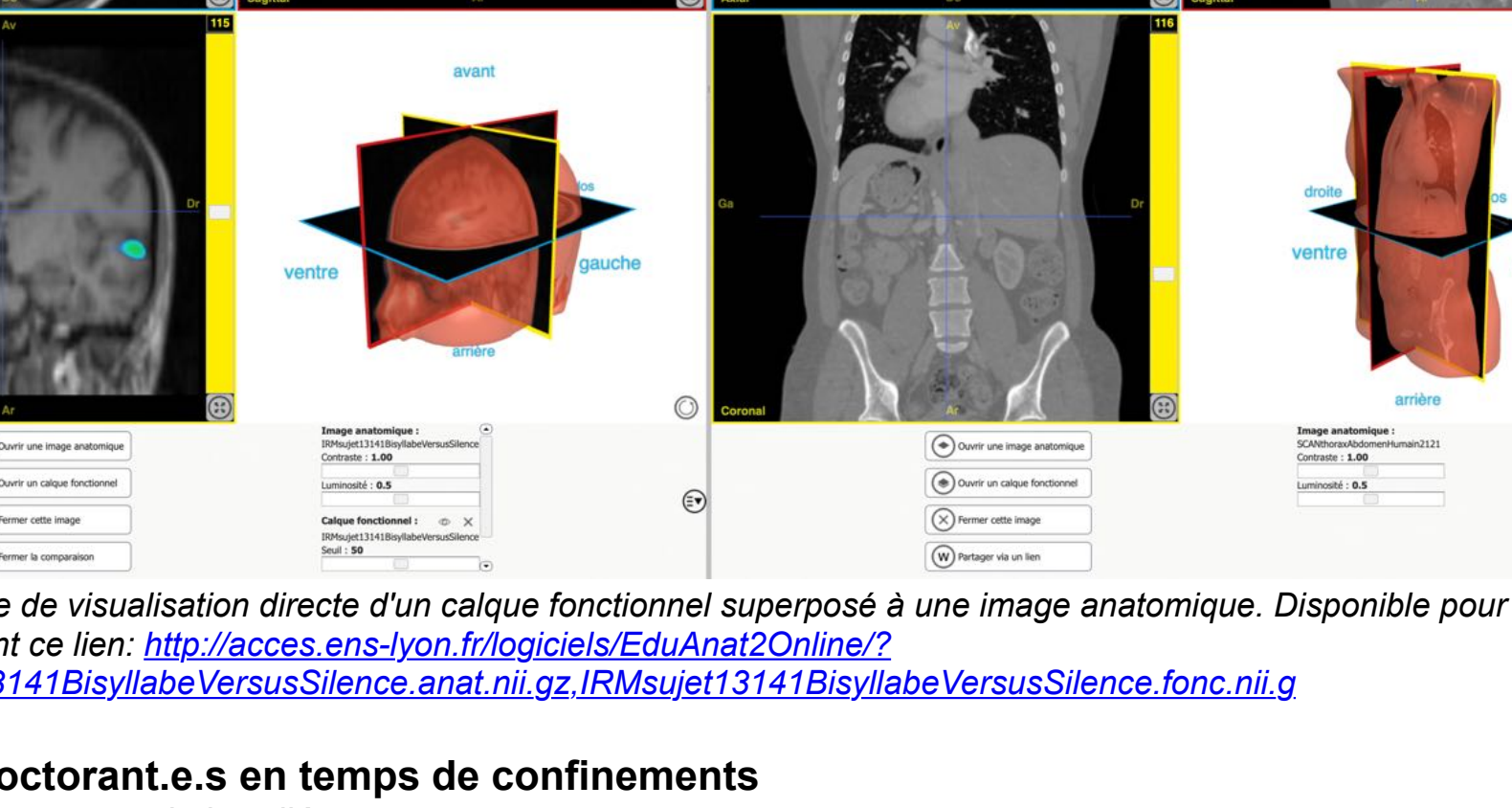
***Figure 3 :*** *Propagation d'une onde plane et rétrodiffusion par des diffuseurs ponctuels (points bleus).*

### Premières images par IRM à haute résolution spatiale acquises à 11.7T sur la plateforme PILoT



Images haute résolution (**62µm isotrope)** acquises ex-vivo sur le cerveau de rat d'un **modèle de démyelinisation focale, par injection stéréotaxique intra-cérébrale au niveau du corps calleux de lysophosphatidylcholine.**
Coupes axiale, sagittale et coronale obtenues avec une séquence FLASH 3D (TE/TR ; 6.64ms/20ms ; Temps d'acquisition 20min), zone démyélinisée visible pointées par les flèches. On peut distinguer clairement les stries matière grise/matière blanche du striatum.

Stage de Master Manel Merabet avec le soutien du Labex PRIMES. Projet collaboratif avec Hélène Ratiney, Olivier Beuf, Eric Van Reeth, Françoise Durand Dubief, CREATIS-MAGICS, Sophie Gaillard CREATIS-PILoT, et Fabien Chauveau (CRNL-Bioran).



### EduAnat2 : une version en ligne pour faciliter la continuité pédagogique

Déjà présenté dans une précédente lettre d'informations, le logiciel **EduAnat2** a été développé en collaboration avec **l'Institut Français de l'Education (IFE)** pour **visualiser des images 3D dans le cadre de l'enseignement des neurosciences.** Suite à la crise sanitaire liée à COVID-19, une **version en ligne du logiciel a été développée**, pour pour faciliter la mise en œuvre de la continuité pédagogique. Cette version présente les mêmes fonctionnalités que le logiciel installable, et apporte en plus la compatibilité avec les écrans tactiles et la possibilité de charger des images automatiquement.

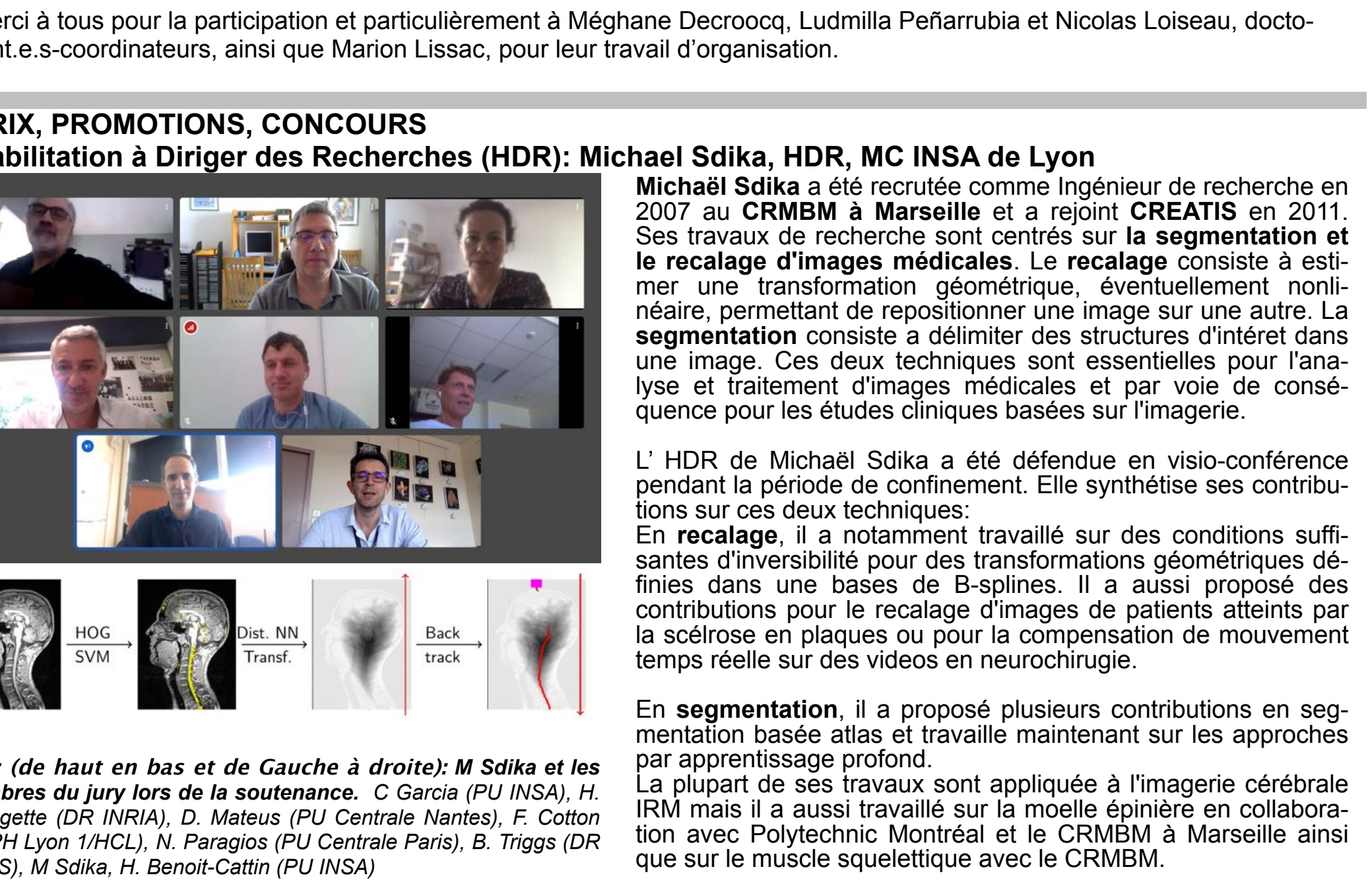
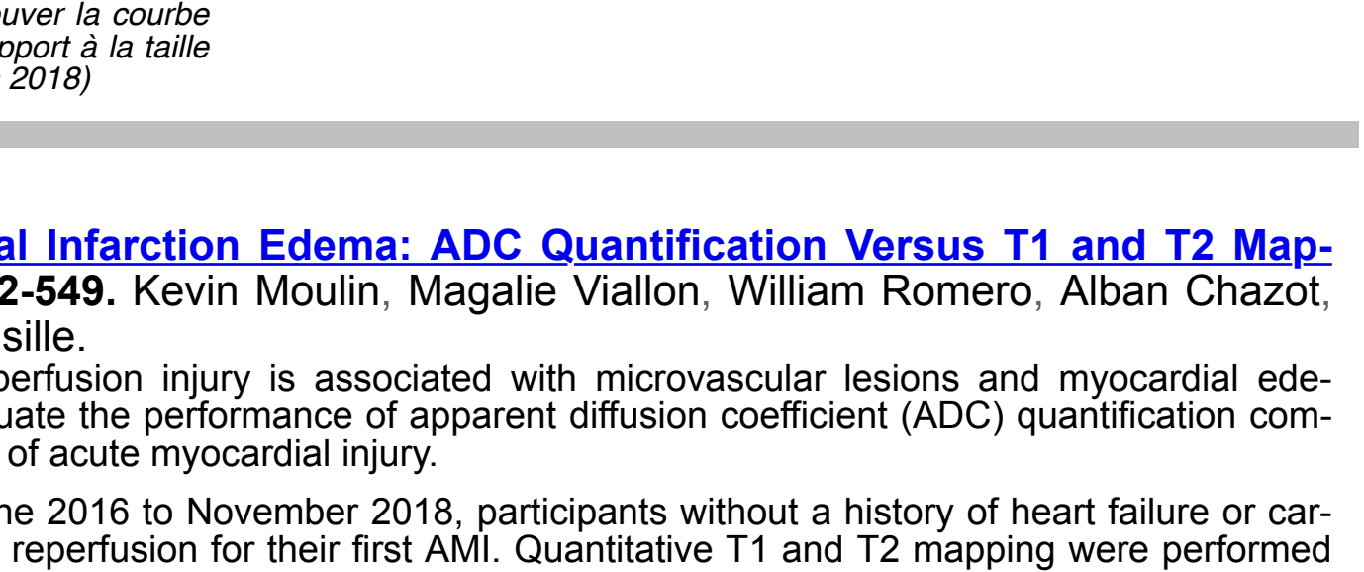


***Figure 4 :*** *Exemple de visualisation directe d'un calque fonctionnel superposé à une image anatomique. Disponible pour visualiser soi-même en suivant ce lien: http://acces.ens-lyon.fr/logiciels/EduAnat2Online/?fichiers=IRMsujet13141BisyllabeVersusSilence.anat.nii.gz,IRMsujet13141BisyllabeVersusSilence.fonc.nii.g*

### Journée des Doctorant.e.s en temps de confinements



En raison des mesures sanitaires liées au **Covid-19**, la **Journée des Doctorant.e.s de 1ère année** a eu lieu en version distancielle donc digitale.
Pour la première fois en plus de vingt ans de son existence, la JDD du 20 mai 2020, s'est déroulée entièrement par visioconférence. Les 22 oratrices et orateurs ont préparé chacun.e une vidéo de dix minutes partagée simultanément à tou.te.s les auditrices et auditeurs. Les réponses aux questions ont été données en temps réel. Malgré un grand nombre de participant.e.s, 78 le matin et 75 l'après-midi, aucun incident technique n'est venu perturber la journée.
Merci à tous pour la participation et particulièrement à Méghane Decroocq, Ludmilla Peñarrubia et Nicolas Loiseau, doctorant.e.s-coordinateurs, ainsi que Marion Lissac, pour leur travail d'organisation.

## PRIX, PROMOTIONS, CONCOURS

### Habilitation à Diriger des Recherches (HDR): Michael Sdika, HDR, MC INSA de Lyon

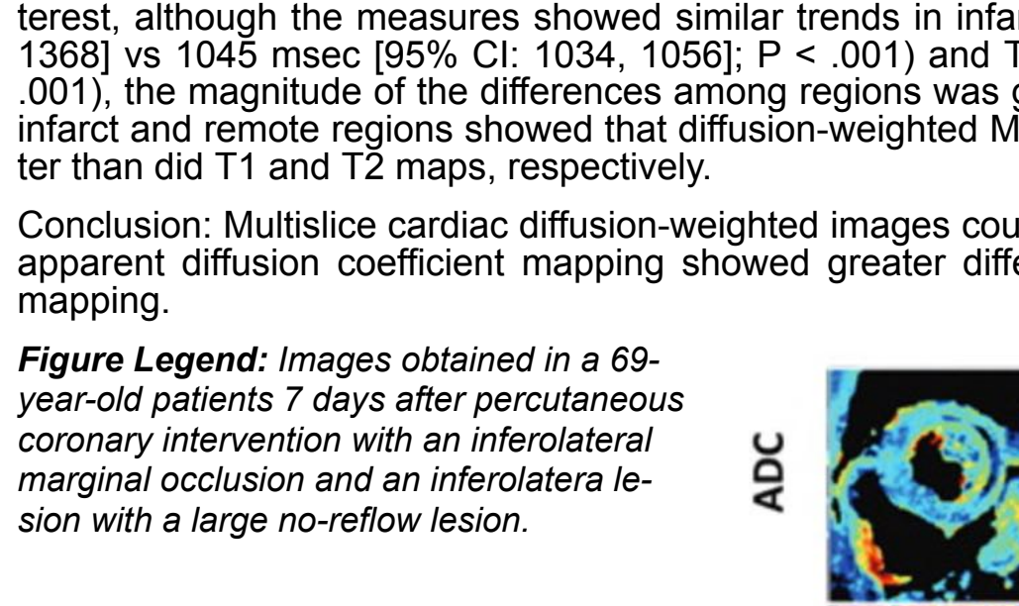


**Fig1: (de haut en bas et de Gauche à droite): M Sdika et les membres du jury lors de la soutenance.** C Garcia (PU INSA), H. Delingette (DR INRIA), D. Mateus (PU Centrale Nantes), F. Cotton (PUPH Lyon 1/HCL), N. Paragios (PU Centrale Paris), B. Triggs (DR CNRS), M Sdika, H. Benoit-Cattin (PU INSA)

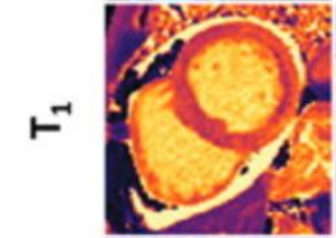


***Fig 2 (en bas):*** *Localisation robuste et rapide de la ligne centrale moelle épinière: nous avons proposé d'estimer la ligne centrale comme une courbe à la fois lisse et qui passe par les zones de forte intensité d'une carte de localisation obtenue par apprentissage machine. Cette courbe est la solution d'un problème d'optimisation et nous avons proposé un algorithme permettant de trouver la courbe minimum globale avec une complexité linéaire par rapport à la taille de l'image. (Gros, et al, Sdika Medical Image Analysis 2018)*

**Michaël Sdika** a été recrutée comme Ingénieur de recherche en 2007 au **CRMBM à Marseille** et a rejoint **CREATIS** en 2011. Ses travaux de recherche sont centrés sur **la segmentation et le recalage d'images médicales**. Le **recalage** consiste à estimer une transformation géométrique, éventuellement nonlinéaire, permettant de repositionner une image sur une autre. La **segmentation** consiste à délimiter des structures d'intérêt dans une image. Ces deux techniques sont essentielles pour l'analyse et traitement d'images médicales et par voie de conséquence pour les études cliniques basées sur l'imagerie.

L' HDR de Michaël Sdika a été défendue en visio-conférence pendant la période de confinement. Elle synthétise ses contributions sur ces deux techniques:
En **recalage**, il a notamment travaillé sur des conditions suffisantes d'inversibilité pour des transformations géométriques définies dans une bases de B-splines. Il a aussi proposé des contributions pour le recalage d'images de patients atteints par la scélrose en plaques ou pour la compensation de mouvement temps réelle sur des videos en neurochirugie.

En **segmentation**, il a proposé plusieurs contributions en segmentation basée atlas et travaille maintenant sur les approches par apprentissage profond.
La plupart de ses travaux sont appliquée à l'imagerie cérébrale IRM mais il a aussi travaillé sur la moelle épinière en collaboration avec Polytechnic Montréal et le CRMBM à Marseille ainsi que sur le muscle squelettique avec le CRMBM.

Il est responsable adjoint sur service informatique et développement de CREATIS et a récemment pris la responsabilité du workpackage "Traitement d'images multidimensionnelles" du labex PRIMES.

## DERNIERES PUBLICATIONS:

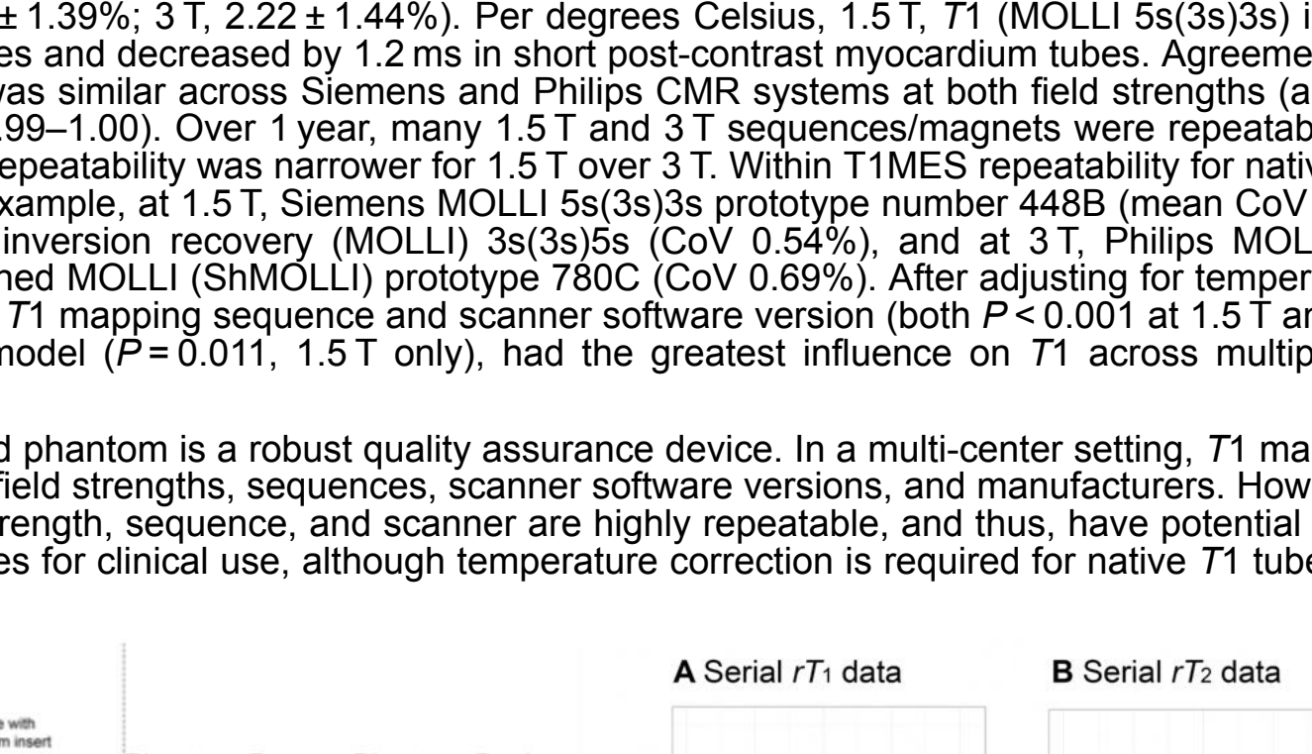
MRI of Reperfused Acute Myocardial Infarction Edema: ADC Quantification Versus T1 and T2 Mapping. **Radiology. 2020 Jun;295(3):542-549.** Kevin Moulin, Magalie Viallon, William Romero, Alban Chazot, Nathan Mewton, Karl Isaaz, Pierre Croisille.
After acute myocardial infarction (AMI), reperfusion injury is associated with microvascular lesions and myocardial edema.The purpose of the study is thus to evaluate the performance of apparent diffusion coefficient (ADC) quantification compared with T1 and T2 values in the detection of acute myocardial injury.

In this prospective study conducted from June 2016 to November 2018, participants without a history of heart failure or cardiomyopathy were enrolled after undergoing reperfusion for their first AMI. Quantitative T1 and T2 mapping were performed with a 1.5-T MRI scanner and compared with a fast free-breathing acquisition technique for ADC mapping (approximate duration, 3 minutes; five slices; spin-echo cardiac diffusion acquisition; values, 0 and 200 sec/mm2; six diffusion-encoding directions; five repetitions). Quantitative ADC and unenhanced T1 and T2 values were compared in infarct, border, and remote regions by using Welch analysis of variance with Games-Howell post hoc test for pairwise comparisons.

Thirty-four participants with AMI underwent MRI an average of 5 days ± 1.9 (standard deviation) after reperfusion. Mean ADC was markedly high in the infarcted regions (2.32 × 10−3 mm2/sec; 95% confidence interval [CI]: 2.28, 2.36) and moderately high in the border regions (1.91 ×10−3 mm2/sec; 95% CI: 1.89, 1.94; P< .001). In remote regions, mean ADC (1.62 ×10−3 mm2/sec; 95% CI: 1.59, 1.64) was comparable to that measured in vivo in healthy volunteers. Within the same regions of interest, although the measures showed similar trends in infarct and remote regions for T1 (mean, 1332 msec [95% CI: 1296, 1368] vs 1045 msec [95% CI: 1034, 1056]; P < .001) and T2 (72 msec [95% CI: 69, 75] vs 50 msec [95% CI: 49, 51]; P < .001), the magnitude of the differences among regions was greater when using ADC. Normalized signal differences between infarct and remote regions showed that diffusion-weighted MRI depicted edema 5.1 (P < .001) and 3.5 (P < .001) times greater than did T1 and T2 maps, respectively.

Conclusion: Multislice cardiac diffusion-weighted images could be acquired in those with acute myocardial injury. Quantitative apparent diffusion coefficient mapping showed greater differences among remote regions and lesions than did T1 or T2 mapping.

***Figure Legend:*** *Images obtained in a 69-year-old patients 7 days after percutaneous coronary intervention with an inferolateral marginal occlusion and an inferolatera lesion with a large no-reflow lesion.*



T1 mapping performance and measurement repeatability: results from the multi-national T1mapping standardization phantom program (T1MES) **Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance volume 22, Article number: 31 (2020).** Gabriella Captur, Abhiyan Bhandari, Rüdiger Brühl, Bernd Ittermann, Kathryn E. Keenan, Ye Yang, Richard J. Eames, Giulia Benedetti, Camilla Torlasco, Lewis Ricketts, Redha Boubertakh, Nasri Fatih, John P. Greenwood, Leonie E. M. Paulis, Chris B. Lawton, Chiara Bucciarelli-Ducci, Hildo J. Lamb, Richard Steeds, Steve W. Leung, Colin Berry, Sinitsyn Valentin, Andrew Flett, Charlotte de Lange, Francesco DeCobelli, Magalie Viallon, Pierre Croisille, David M. Higgins, Andreas Greiser, Wenjie Pang, Christian Hamilton-Craig, Wendy E. Strugnell, Tom Dresselaers, Andrea Barison, Dana Dawson, Andrew J. Taylor, François-Pierre Mongeon, Sven Plein, Daniel Messroghli, Mouaz Al-Mallah, Stuart M. Grieve, Massimo Lombardi, Jihye Jang, Michael Salerno, Nish Chaturvedi, Peter Kellman, David A. Bluemke, Reza Nezafat, Peter Gatehouse, James C. Moon. (The T1MES Consortium authors)

The $T1$ Mapping and Extracellular volume (ECV) Standardization (T1MES) program explored $T1$ mapping quality assurance using a purpose-developed phantom with Food and Drug Administration (FDA) and Conformité Européenne (CE) regulatory clearance. We report $T1$measurement repeatability across centers describing sequence, magnet, and vendor performance.

Phantoms batch-manufactured in August 2015 underwent 2 years of structural imaging, $B0$and $B1$, and "reference" slow $T1$ testing. Temperature dependency was evaluated by the United States National Institute of Standards and Technology and by the German Physikalisch-Technische Bundesanstalt. Center-specific $T1$ mapping repeatability (maximum one scan per week to minimum one per quarter year) was assessed over mean 358 (maximum 1161) days on 34 1.5 T and 22 3 T magnets using multiple $T1$ mapping sequences. Image and temperature data were analyzed semi-automatically. Repeatability of serial $T1$ was evaluated in terms of coefficient of variation (CoV), and linear mixed models were constructed to study the interplay of some of the known sources of $T1$ variation.

Over 2 years, phantom gel integrity remained intact (no rips/tears), $B0$ and $B1$ homogenous, and "reference" $T1$ stable compared to baseline (% change at 1.5 T, 1.95 ± 1.39%; 3 T, 2.22 ± 1.44%). Per degrees Celsius, 1.5 T, $T1$ (MOLLI 5s(3s)3s) increased by 11.4 ms in long native blood tubes and decreased by 1.2 ms in short post-contrast myocardium tubes. Agreement of estimated $T1$ times with "reference" $T1$ was similar across Siemens and Philips CMR systems at both field strengths (adjusted $R2$ ranges for both field strengths, 0.99–1.00). Over 1 year, many 1.5 T and 3 T sequences/magnets were repeatable with mean CoVs < 1 and 2% respectively. Repeatability was narrower for 1.5 T over 3 T. Within T1MES repeatability for native $T1$ was narrow for several sequences, for example, at 1.5 T, Siemens MOLLI 5s(3s)3s prototype number 448B (mean CoV = 0.27%) and Philips modified Look-Locker inversion recovery (MOLLI) 3s(3s)5s (CoV 0.54%), and at 3 T, Philips MOLLI 3b(3s)5b (CoV 0.33%) and Siemens shortened MOLLI (ShMOLLI) prototype 780C (CoV 0.69%). After adjusting for temperature and field strength, it was found that the $T1$ mapping sequence and scanner software version (both $P < 0.001$ at 1.5 T and 3 T), and to a lesser extent the scanner model ($P = 0.011$, 1.5 T only), had the greatest influence on $T1$ across multiple centers.

**Conclusion:** The T1MES CE/FDA approved phantom is a robust quality assurance device. In a multi-center setting, $T1$ mapping had performance differences between field strengths, sequences, scanner software versions, and manufacturers. However, several specific combinations of field strength, sequence, and scanner are highly repeatable, and thus, have potential to provide standardized assessment of $T1$ times for clinical use, although temperature correction is required for native $T1$ tubes at least.

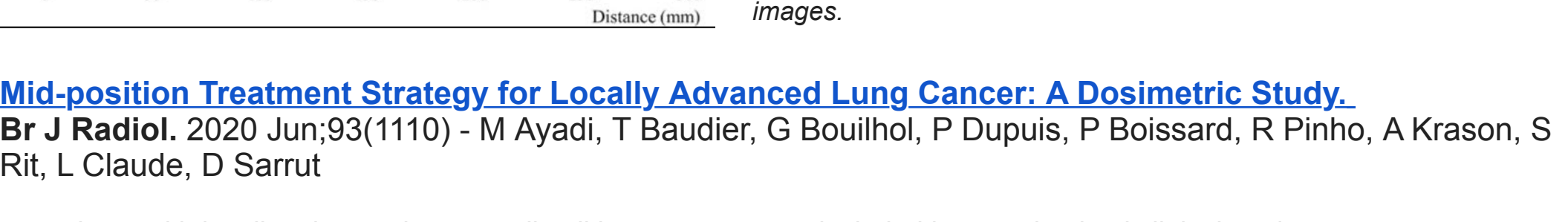
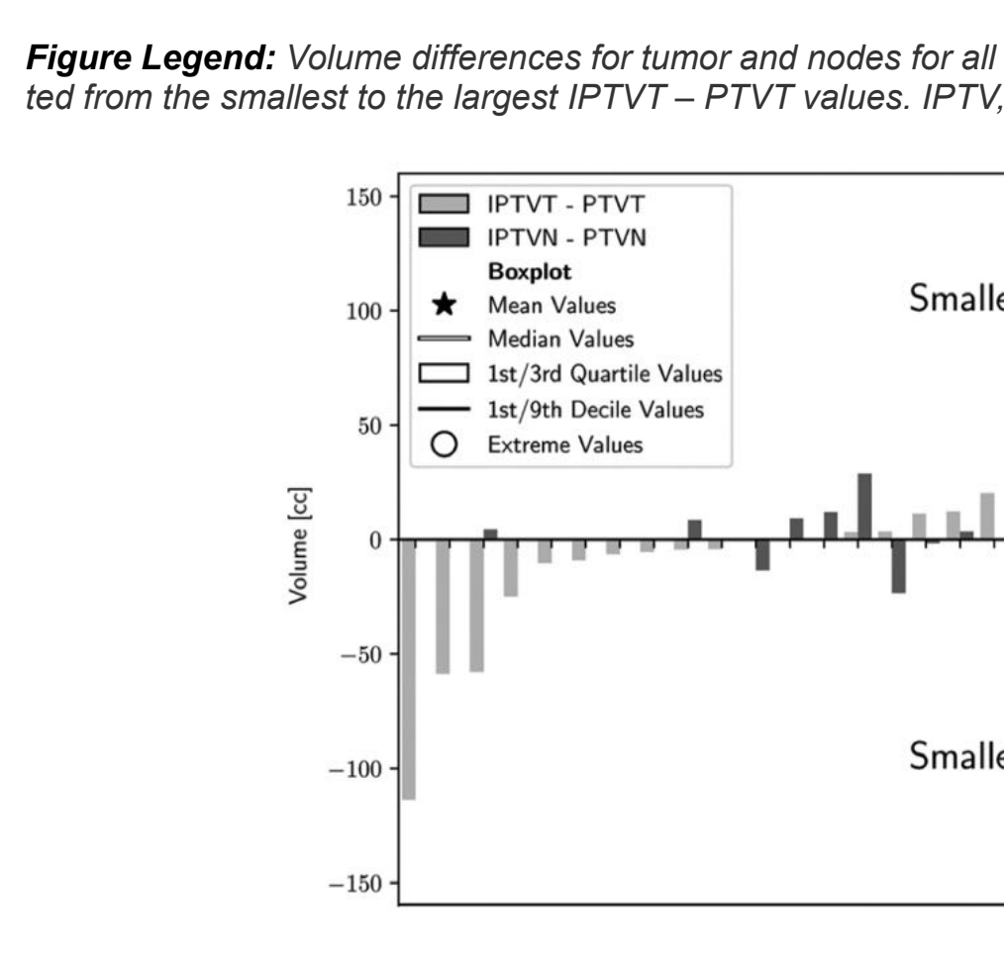


***Figure Legend:*** *Plots on the right are showing temperature-corrected "reference" rT1 (****A****) and rT2 (****B****) data for 3T phantom 30E021 acquired at Physikalisch-Technische Bundesanstalt over a period of 1041 days (64 scans) commencing September 2015. Sequences used for rT1 and rT2 were respectively basic single-slice TR=8000ms IRSE (IRSE, 7 TI from 25–4800ms) and single-slice TR=3000ms SE (5 TE from 24–400ms). The phantom was stored, moved, and scanned while resting in a styrofoam box to ensure that the temperatures picked at bottle hull reflected the tube temperature (this setup was based on local investigator preference and differed from that prescribed in the T1MES user manual that was used by all other centers). At scan time the styrofoam box containing phantom 30E021. No further thermal insulation was used. Over 2 years, the systematic shift in rT1 was 0.80% and for rT2 it was 1.65%.*



Monte Carlo Simulation of Digital Photon Counting PET. **EJNMMI Phys.** 2020 Apr 25;7(1):23 - J Salvadori, J Labour, F Odille, PY Marie, JN Badel, L Imbert, D Sarrut

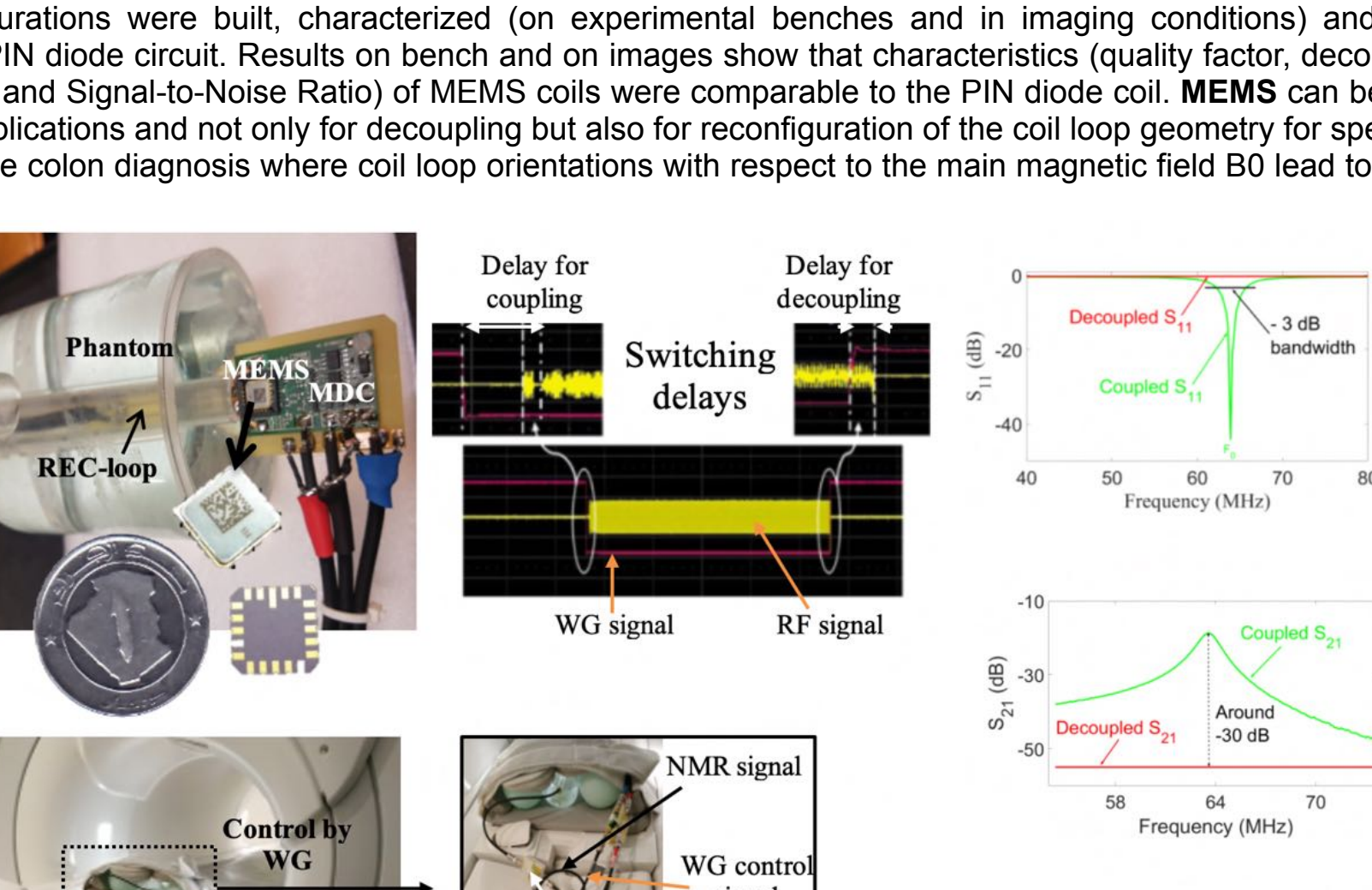
A Monte Carlo model of the PET imaging system of silicon photo-multipliers was proposed in GATE and evaluated against experimental data in accordance with NEMA guidelines. Experimental and simulated data were found to be in very good agreement, with overall differences of less than 10% for the activity concentrations used in most standard clinical applications. In conclusion, the proposed Monte Carlo model can be used for many studies such as the optimization of acquisition parameters or reconstruction algorithms.

***Figure legend:*** *Cross-sectional slices passing through the spheres of the IEC phantom and reconstructed with 2 OSEM iterations and 10 subsets from simulated and experimental data. A parallelepiped profile of 6 mm cross-section and passing through the hot spheres of 10-mm and 22-mm diameter is compared between simulated and experimental images.*

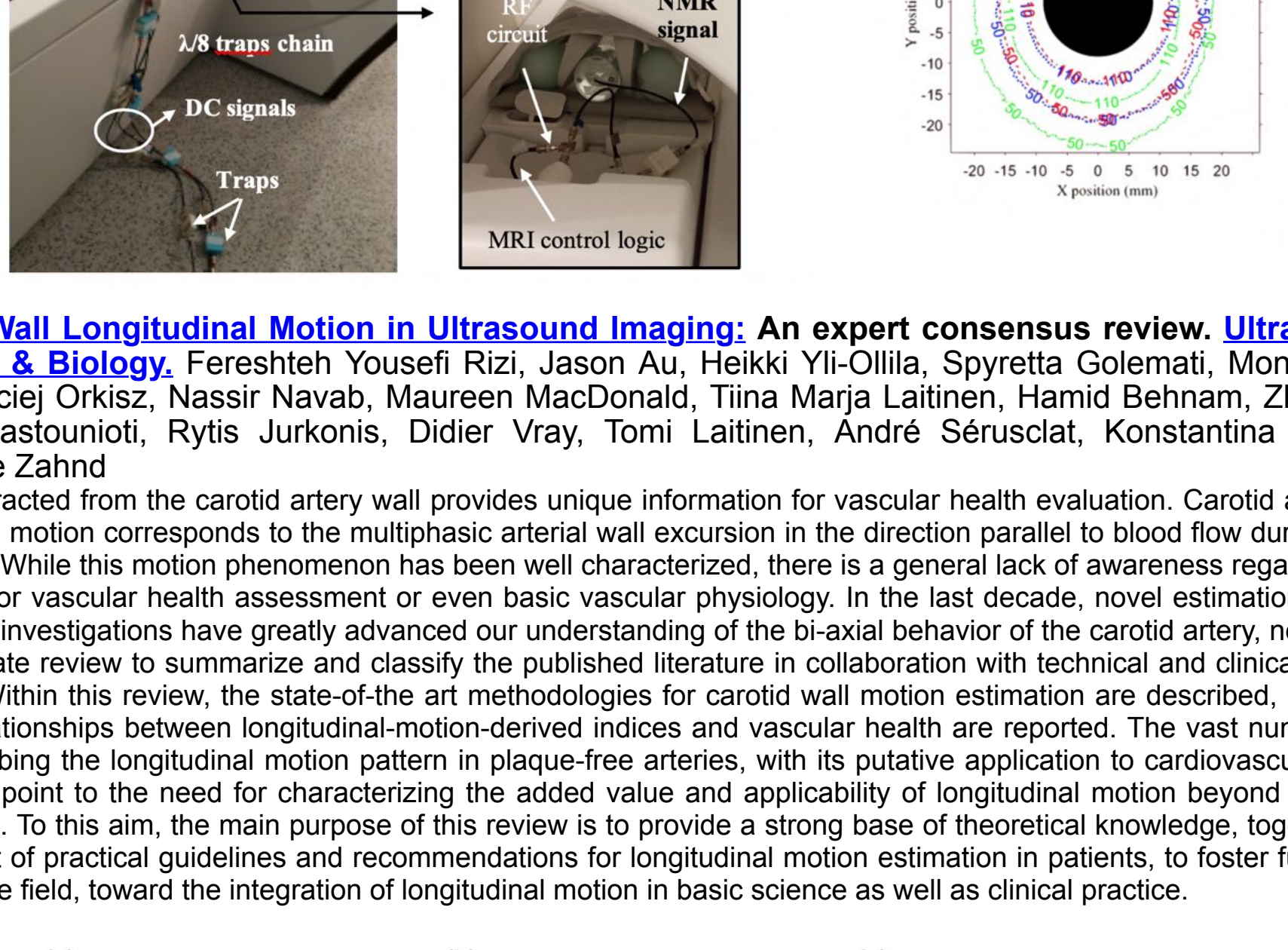
Mid-position Treatment Strategy for Locally Advanced Lung Cancer: A Dosimetric Study.
**Br J Radiol.** 2020 Jun;93(1110) - M Ayadi, T Baudier, G Bouilhol, P Dupuis, P Boissard, R Pinho, A Krason, S Rit, L Claude, D Sarrut

44 patients with locally advanced non-small-cell lung cancer were included in a randomized clinical study to compare conventional treatment strategies (ITV) and that named Mid-p, based on deformable registration algorithms developed at CREATIS. With the Mid-p strategy, the median volume reduction was 23.5 cm3 (p = 0.012) and 8.8 cm3 (p = 0.0083) for the main lesion and the lymph node lesion respectively; the mean median reduction in lung dose was 0.51 Gy (p = 0.0057). For 37.1% of patients, the delimitation errors led to a smaller PTV with the ITV strategy than with the Mid-p strategy. In conclusion, the PTV and the average pulmonary dose were considerably reduced using the Mid-p strategy. However, the uncertainty of delimitation can have an unfavourable impact.

***Figure Legend:*** *Volume differences for tumor and nodes for all patients and boxplots for all patients on the right. The patients are sorted from the smallest to the largest IPTVT – PTVT values. IPTV, internal planning target volume; PTV, planning target volume.*



Serial and parallel active decoupling characterization using RF MEMS switches for receiver endoluminal coils at 1.5T. **IEEE Sensors Journal,** May 2020. Hamza Raki, Kevin Tse Ve Koon, Isabelle Saniour, Henri Souchay, Simon A. Lambert, Fraser Robb and Olivier Beuf.
This **CIFRE** thesis project is a collaboration between **GE Healthcare** and **CREATIS lab**. The goal is to investigate the use of **MEMS (Micro Electro Mechanical System)** switch technology for endoluminal coils for MR image analysis of colon wall. In this paper, we focus on the feasibility and improvements of using **MEMS** as active decoupling elements on coil-performances and image quality. Indeed, to deactivate the endoluminal coil during the RF transmission is mandatory to avoid patient safety issues (RF burn) and image quality degradation. For this purpose, two **MEMS** coil prototypes based on switches in serial and parallel configurations were built, characterized (on experimental benches and in imaging conditions) and compared to conventional PIN diode circuit. Results on bench and on images show that characteristics (quality factor, decoupling efficiency and speed, and Signal-to-Noise Ratio) of MEMS coils were comparable to the PIN diode coil. **MEMS** can be used in most MR clinical applications and not only for decoupling but also for reconfiguration of the coil loop geometry for specific examination such as the colon diagnosis where coil loop orientations with respect to the main magnetic field B0 lead to coil sensitivity variations.



Carotid Wall Longitudinal Motion in Ultrasound Imaging: **An expert consensus review.** Ultrasound in Medicine & Biology. Fereshteh Yousefi Rizi, Jason Au, Heikki Yli-Ollila, Spyretta Golemati, Monika Makūnaitė, Maciej Orkisz, Nassir Navab, Maureen MacDonald, Tiina Marja Laitinen, Hamid Behnam, Zhifan Gao, Aimilia Gastounioti, Rytis Jurkonis, Didier Vray, Tomi Laitinen, André Sérusclat, Konstantina S. Nikita, Guillaume Zahnd
Motion extracted from the carotid artery wall provides unique information for vascular health evaluation. Carotid artery longitudinal wall motion corresponds to the multiphasic arterial wall excursion in the direction parallel to blood flow during the cardiac cycle. While this motion phenomenon has been well characterized, there is a general lack of awareness regarding its implications for vascular health assessment or even basic vascular physiology. In the last decade, novel estimation strategies andclinical investigations have greatly advanced our understanding of the bi-axial behavior of the carotid artery, necessitating an up-to-date review to summarize and classify the published literature in collaboration with technical and clinical experts in the field. Within this review, the state-of-the art methodologies for carotid wall motion estimation are described, and the observed relationships between longitudinal-motion-derived indices and vascular health are reported. The vast number of studies describing the longitudinal motion pattern in plaque-free arteries, with its putative application to cardiovascular disease prediction, point to the need for characterizing the added value and applicability of longitudinal motion beyond established biomarkers. To this aim, the main purpose of this review is to provide a strong base of theoretical knowledge, together with a curated set of practical guidelines and recommendations for longitudinal motion estimation in patients, to foster future discoveries in the field, toward the integration of longitudinal motion in basic science as well as clinical practice.

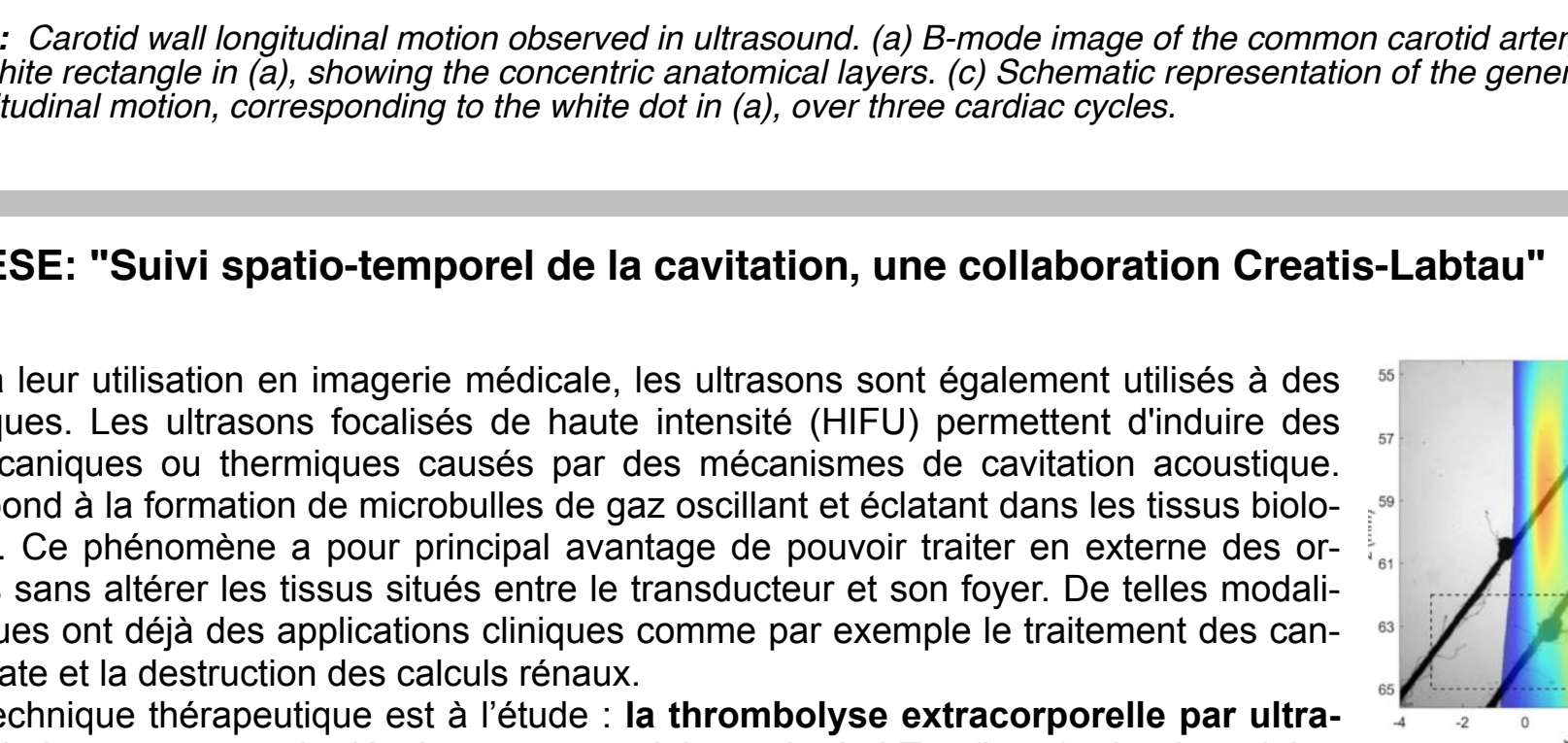
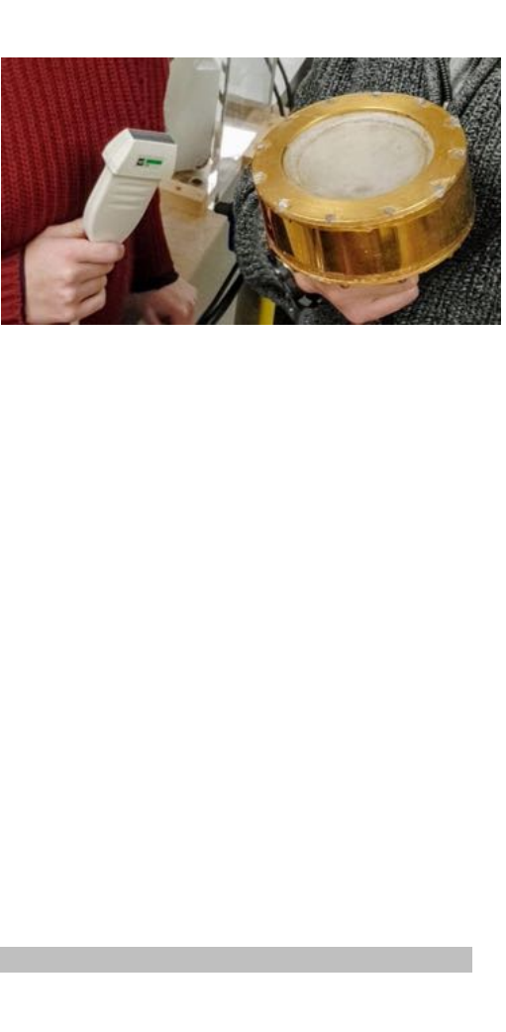


***Figure legend:*** *Carotid wall longitudinal motion observed in ultrasound. (a) B-mode image of the common carotid artery. (b) Detailed region of the white rectangle in (a), showing the concentric anatomical layers. (c) Schematic representation of the general waveform pattern of longitudinal motion, corresponding to the white dot in (a), over three cardiac cycles.*

## FLASH THESE: "Suivi spatio-temporel de la cavitation, une collaboration Creatis-Labtau"



Parallèlement à leur utilisation en imagerie médicale, les ultrasons sont également utilisés à des fins thérapeutiques. Les ultrasons focalisés de haute intensité (HIFU) permettent d'induire des dommages mécaniques ou thermiques causés par des mécanismes de cavitation acoustique. Celle-ci correspond à la formation de microbulles de gaz oscillant et éclatant dans les tissus biologiques à traiter. Ce phénomène a pour principal avantage de pouvoir traiter en externe des organes profonds sans altérer les tissus situés entre le transducteur et son foyer. De telles modalités thérapeutiques ont déjà des applications cliniques comme par exemple le traitement des cancers de la prostate et la destruction des calculs rénaux.
Une nouvelle technique thérapeutique est à l'étude : **la thrombolyse extracorporelle par ultrasons.** Cette technique, en cours de développement au laboratoire LabTau (Lyon), vise à exploiter la possibilité de créer des dommages mécaniques pour détruire les thrombus. Cependant, le phénomène induit pour envisager la destruction des thrombus est extrêmement difficile à contrôler. Il est notamment primordial d'assurer que la cavitation générée soit localisée précisément à l'endroit souhaité. Pour effectuer ce contrôle spatial, une sonde d'imagerie ultrasonore est utilisée pour enregistrer passivement les émissions acoustiques liées à la cavitation. Il s'agit alors de réaliser une **imagerie passive de la cavitation** et c'est sur cette thématique que nous collaborons avec le LabTau. Il s'agit de développer des méthodes d'imagerie ayant une bonne résolution spatiale et permettant le suivi de la cavitation au cours du temps.

**Cette collaboration a débuté en 2012 et 3 thèses co-encadrées, financées par le Labex Celya, ont été soutenues. Une nouvelle thèse a démarre sur ce sujet en Octobre 2019.**

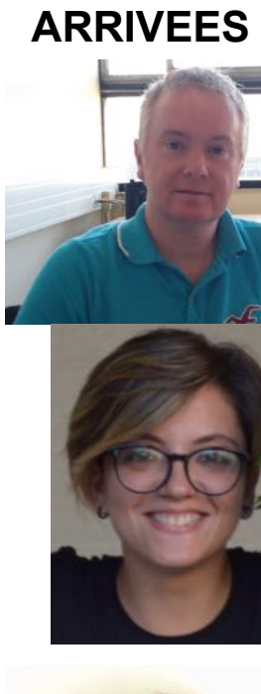
**Maxime Polichetti** a soutenu sa thèse fin 2019 : il a proposé des méthodes adaptatives de traitement d'antenne pour le suivi spatio-temporel de la cavitation. Sa principale contribution a été de proposer un cadre de mise en œuvre de ces méthodes, dans le domaine de Fourrier, à partir d'une estimation robuste de la matrice interspectrale. Il a validé avec succès ses méthodes sur des données expérimentales de cavitation acquises au LabTau.

**Audrey Sivadon** a commencé sa thèse en octobre 2019, s'intéresse à l'imagerie 3D de la cavitation. La cavitation est un phénomène complexe, largement non-linéaire, et chaotique. Par conséquent, des bulles de cavitation peuvent apparaître en-dehors de la tache focale de la sonde de thérapie : nuages secondaires ou nuage principal décalé en amont du foyer de thérapie. Seule une imagerie 3D de la cavitation permettra de mieux imager ces phénomènes afin de mieux les contrôler par la suite. Audrey bénéficie des moyens expérimentaux disponibles au LabTau et à Creatis ainsi que du soutien du Labex Celya qui a récemment permis l'achat d'une sonde 3D multiplexée.
Personnes impliquées : F. Varray (CREATIS), B. Nicolas(CREATIS), C. Cachard (CREATIS), B. Gilles (LabTau), J.C. Béra (Labtau)

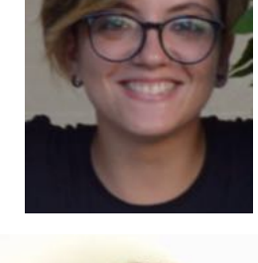
***Légende Figures: (Haut)*** *Carte de localisation de deux sources de cavitation in vitro sur fils tendus, obtenue par Functionnal Beamforming issu de la thèse de Maxime Polichetti.* ***(Bas)*** *Maxime et Audrey avec une sonde d'imagerie ultrasonore (gauche) et un traducteur HIFU pour la thérapie (gauche).*

## DEPARTS

**Pauline Lefebvre et Angéline Nemeth,** ont été étudiantes en thèse à **CREATIS** et ont récemment obtenu leur doctorat (respectivement en 2017 et 2018). Nous avons le plaisir d'annoncer qu'elles ont **toutes deux été classées 1ère à des concours de recrutement pour le poste de Maître de conférences**:



**Pauline Lefebvre** sur un poste de MCF en section 63 à **l'université de Lorraine,** sur un profil en Instrumentation IRM et radiofréquence, Ingénierie pour la santé au sein du laboratoire **IADI** (Imagerie Adaptative Diagnostique et Interventionnelle), spécialisé en instrumentation, acquisition et méthodologie dédiée à l'IRM. La partie enseignement porte sur la formation de futurs ingénieurs biomédicaux, au sein de la Licence Sciences pour la Santé et du Master Ingénierie de la Santé de la faculté de médecine de Nancy.



**Angéline Nemeth,** a été classée 1ère sur deux postes : a) un poste de MCF à **l'université Paris-Saclay** en section 63 « Compétence en physique de l'imagerie par résonance magnétique » attaché au laboratoire BioMaps, avec la partie enseignement au Kremlin-Bicêtre principalement en première et deuxième années d'études de santé; b) Le **poste de MCF à l'université de Bourgogne** en section 61/63 « Electronique et Traitement du signal » dans l'équipe « IFTIM » (Imagerie Fonctionnelle et moléculaire et Traitement des Images Médicales) du laboratoire ImViA (EA 7535), qui souhaite renforcer les thématiques de traitement et d'analyse des signaux et images appliqués au domaine médical.

## ARRIVEES

**Jérôme MAGNIN** possède un parcours professionnel de gestionnaire administratif, il a fait étape au service comptabilité de l'INSA avant d'intégrer l'équipe administrative et financière de CREATIS comme nouveau gestionnaire. Jérôme est désireux d'apprendre de nouvelles façons de travailler et de partager son expérience avec ses collègues! On lui souhaite la bienvenue!

**Francesca di Franco** est née à Naples, a obtenu son Master à l'université de Naples Federico II en 2018. Elle travaille dans l'équipe Tomoradio avec le service de radiothérapie du Centre Léon Bérard. Sa thèse, débutée en mars 2020, a pour titre "Dose delivery uncertainty estimation for probabilistic treatment planning" et ses encadrants sont Marie-Claude Biston and David Sarrut. Le projet doctoral est financé par **Elekta (Elekta Ltd, Crawley, UK)** et l'objectif est d'évaluer et de prendre en compte les incertitudes dûs aux mouvements intra-fraction lors de la délivrance de dose pour la radiothérapie du cancer de la prostate. L'idée est d'ainsi proposer des plans de traitement robustes permettant d'optimiser la dose délivrée.

**Madalina-Liana Costea,** licenciée en physique médicale, travaille dans l'équipe Tomoradio en étroite collaboration avec le service de radiothérapie au Centre Léon Bérard depuis mars 2020. Son projet de thèse se fait en partenariat avec **Elekta (Elekta Ltd, Crawley, UK)**, sur le thème "***Stratégies adaptatives basées sur l'artificiel intelligence pour la radiothérapie traitement des cancers de la tête et du cou".*** Sous l'encadrement de Marie-Claude Biston and David Sarrut, sa thèse vise à optimiser les plans de traitement de radiothérapie de façon à proposer une planification robuste aux changements anatomiques qui peuvent intervenir durant les différentes séances de traitement.

**Gabriel Bernardino** a récemment obtenu un doctorat en imagerie médicale à l'Université Pompeu Fabra en décembre 2019. Sa thèse a été réalisée dans le cadre du **projet européen "Cardiofunxion" en collaboration avec Philips Research,** CHU Caen et Hospital Clínic / Maternitat de Barcelona sous la direction de Bart Bijnens, Miguel Ángel González-Ballester et Mathieu de Craene.

Ses travaux se sont concentrés sur l'utilisation de méthodes informatiques pour identifier et quantifier le remodelage cardiaque dans différentes populations, qui ont été appliquées à des études d'imagerie en cardiologie sportive et fœtale en étroite collaboration avec les partenaires cliniques. Il a utilisé des méthodes interprétables pour aider les cliniciens à trouver des différences régionales subtiles et à étudier l'effet de ce remodelage sur les performances lors d'un test d'effort. Ses contributions méthodologiques se sont concentrées sur l'interprétabilité et la causalité dans l'analyse statistique des formes, où il a quantifié les biais dus aux déséquilibres démographiques survenant dans les études cliniques et comment les corriger.

Pendant son séjour à **CREATIS**, il travaillera sous la supervision de **N. Duchateau et P. Clarisse** dans le cadre du projet **MIC-MAC.** Il y explorera les méthodes permettant de mieux intégrer les données d'imagerie cardiaque, en essayant d'apprendre la nature hiérarchique des données et les coûts associés à chaque procédure.

Contact: communication@creatis.insa-lyon.fr
Laboratoire situé sur le campus LyonTech La Doua: plan Google-maps, les Hospices Civils de Lyon (HCL), Grenoble (cyclotron), Saint-Etienne (CHU de Saint-Etienne) et le Centre Léon Bérard (CLB).

**Adresse principale:**
CREATIS Direction - Site INSA
Bâtiment Blaise Pascal (502, 4ème étage)
7 avenue Jean Capelle
69621 Villeurbanne cedex FRANCE

**Accueil** : Marion LISSAC
Tel. : +33 (0)4 72 43 82 27
Fax : +33 (0)4 72 43 85 26
marion.lissac@creatis.insa-lyon.fr

https://www.creatis.insa-lyon.fr/site7/fr

CREATIS © 2016 | S'inscrire / Se désincrire ou envoyer un courriel à: communication@creatis.insa-lyon.fr