

Septembre 2022



L'édito

Bonjour à toutes et tous,

L'année 2022 était attendue comme une année de retour à une activité scientifique proche de la normale, telle que connue avant 2020. La reprise des réunions scientifiques en présentiel, les rencontres et discussions au coin café font de nouveau partie de notre quotidien et très bénéfique. Néanmoins, la désorganisation mondiale entraînée par les vagues successives de COVID-19, accentuée par une guerre entre deux pays géographiquement proches sur le continent Européen, ont eu un fort impact sur la disponibilité et le coût des équipements ou fluides nécessaires à la poursuite de notre activité. Par ailleurs, les épisodes climatiques avec des records historiques de température et de sécheresse accompagnés de nombreux et importants feux de forêts fait prendre conscience, si ce n'était pas encore le cas, de l'urgence climatique et de l'importance d'agir sans plus attendre dans la mesure de nos moyens. Je voudrais ici souligner et remercier le travail et la dynamique insufflée par groupe L.I.F.E. (Laboratory Initiative For Environment). Cette initiative étudiante, débutée en 2021 et soutenue par le laboratoire, a su en très peu de temps faire un bilan de notre impact écologique, informer, réfléchir sur nos pratiques et proposer des actions pour agir ensemble pour une activité scientifique durable et responsable. Dans cette lettre, aux côtés des événements récents et marquants du laboratoire, vous trouverez les initiatives et événements organisés par L.I.F.E pour les membres du laboratoire.

Olivier Beuf

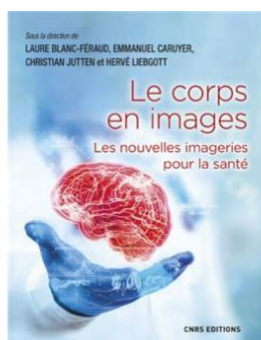
PRIX, PROMOTIONS, CONCOURS, OUVRAGE

En juillet 2022 **Benoit Cosset a reçu le prix i-PhD** qui récompense les doctorants et jeunes docteurs impliqués



dans une démarche de création de startup à partir de leurs travaux de recherche. Il développe son projet Stentology qui se fonde sur ses travaux de recherche au sein du laboratoire CREATIS et des HCL. Ce travail vise le développement de la première endoprothèse pour un traitement 100% endovasculaire des dissections et des anévrismes de l'aorte ascendante. Après avoir validé sa preuve de concept, ce dispositif médical de classe III est actuellement en phase de pré-industrialisation.

https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/contenu/piece-jointe/2022/07/juillet2022_livret-laureat-iphd.pdf



Le 25 mai 2022, CNRS édition a publié l'ouvrage "[Le corps en image](#)" sous la direction de Laure Blanc-Féraud, Emmanuel Caruyer, Christian Jutten et Hervé Liebgott. Plusieurs personnes du laboratoire ont contribué à cet ouvrage. Abondamment illustré, en 17 articles indépendants, Le corps en images présente les progrès récents et les perspectives de l'imagerie médicale.

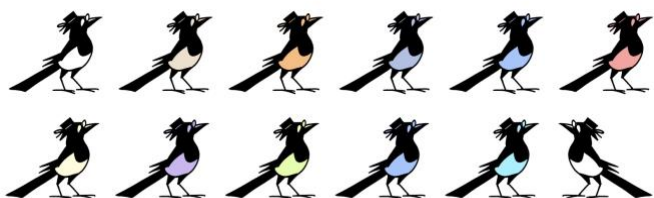


Après Nicolas Duchateau l'année dernière, Nicolas Ducros est nommé pour cinq ans membre junior de l'Institut universitaire de France, il développe des techniques d'imagerie hyperspectrale à haute résolution pour des applications biomédicales

Pilar Sango a reçu [le prix de thèse 2022](#) de la société SFRMBM

Organisation de Colloques et Journées scientifiques

François Cotton est [président des JFR 2022](#) (70^e Journées Francophones de Radiologie Congrès International) qui se sont déroulées en octobre 2022 à Paris (15000 personnes, 150 industriels).



Le 11^e workshop de [VIRTUAL IMAGING PLATFORM \(VIP\)](#) a eu lieu le 27 juin 2022.

Le 14 juin 2022 [séminaire du professeur Elijah Van Houten](#) de l'Université de Sherbrooke « elastographie : l'imagerie de l'élasticité des tissus - une approche mécanique aux applications en résonance magnétique et imagerie numérique. »

Le 7 juin 2022 une journée « **Transfert-Valorisation-Innovation** » a été organisée par CREATIS et la SATT PULSALYS sous la forme d'une « convention d'affaire ». Le matin six présentations de 20 minutes ont été réalisées par différents intervenants ayant monté une startup, ou déposé un brevet, ou lancé toute opération de valorisation, pour ensuite animer une table ronde.

Le 25 mai 2022, [séminaire du professeur Pawel Moskal](#) « positronium imaging with the multi-photon j-pet tomograph ». Pawel Moskal est professeur de physique, directeur du Cluster of Nuclear Physics Departments et directeur du Department of Particle Physics and Applications à l'université Jagiellonian de Pologne.

Le 10 mai 2022, [séminaire du professeur Panagiotis Liaparinos](#) de l'université West Attica University en Grèce « optical diffusion studies in powder phosphor materials through monte carlo simulation techniques ».

Dans la presse, les sites universitaires...

Sorina POP, ingénieure de recherche en calcul distribué et responsable de la plateforme d'imagerie virtuelle VIP de CREATIS, a été sélectionnée pour l'opération #talentsCNRS. Dans ce cadre [une vidéo](#) a été publiée en mars 2022 par le CNRS pour présenter son travail.

En mars 2022, le magazine Challenges a publié un article sur la [plateforme PILoT](#).
En septembre 2022, la plateforme PILoT a publié [une vidéo de présentation](#).

QUELQUES PUBLICATIONS DE 2022

Physics-constrained intraventricular vector flow mapping by color Doppler

Florian Vixège#, Alain Berod*, Yunyun Sun#, Simon Mendez*, Olivier Bernard#, Nicolas Ducros#, Pierre-Yves Courand#†, Franck Nicoud*, Damien Garcia#

#CREATIS, *IMAG - Institut Montpellierain Alexander Grothendieck, †Service Echocardiographie, hôpital Croix-Rousse, Lyon. Physics in Medicine and Biology 66 (24), 245019 (dec 2021)

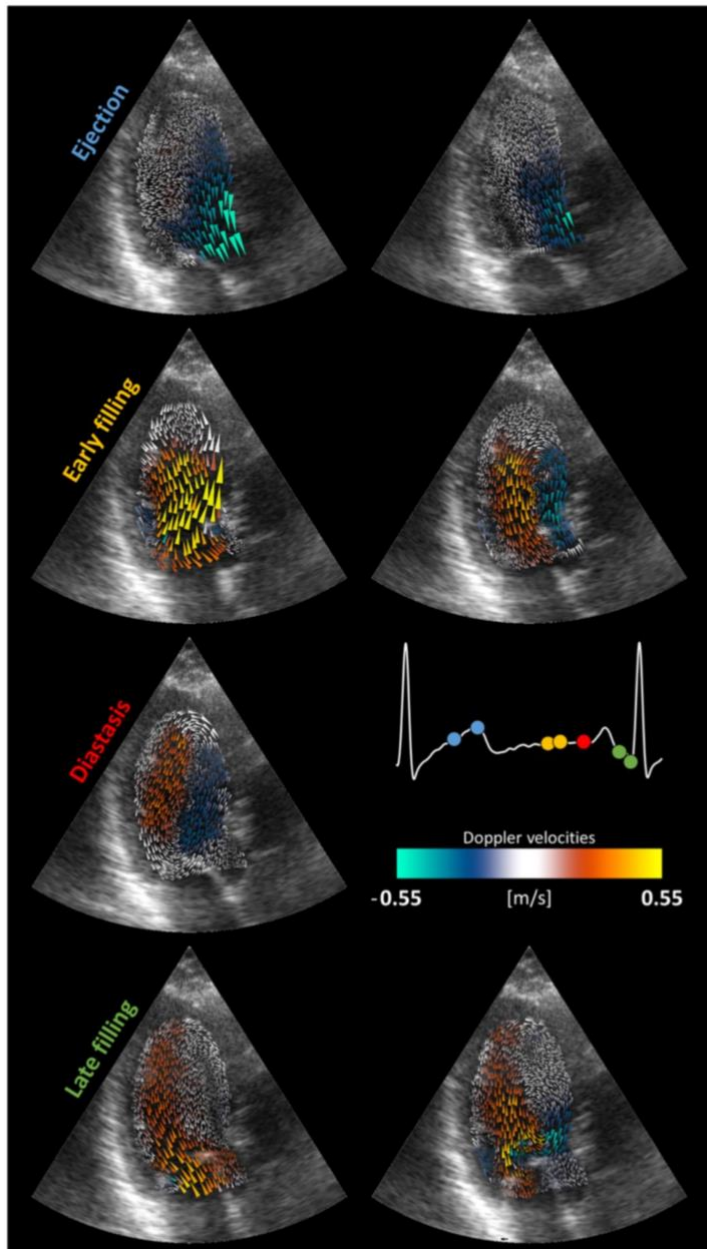
<https://dx.doi.org/10.1088/1361-6560/ac3ffe>

Son accessibilité, et sa capacité à fournir des informations non invasives en temps réel, font de l'échocardiographie la technique standard pour l'évaluation de la fonction cardiaque. L'évaluation échocardiographique de la fonction de remplissage (diastole) du ventricule gauche comprend plusieurs paramètres. Cependant, le diagnostic est souvent imprécis car ces indices échocardiographiques peuvent présenter des discordances. Une analyse approfondie du flux intraventriculaire pourrait changer cette situation. Le contexte clinique de cette étude est l'imagerie Doppler couleur dans le ventricule gauche, avec pour objectif de décrypter le flux sanguin pendant la diastole. Un nombre limité d'outils d'imagerie clinique est disponible pour l'analyse de l'écoulement intracardiaque. La résonance magnétique cardiaque à contraste de phase peut en fournir une caractérisation volumétrique temporelle. Cependant, la vélocimétrie par IRM n'est pas mise en œuvre dans un cadre clinique de routine en raison de son accessibilité limitée et de son long temps

d'acquisition. L'écho-PIV est une technique ultrasonore de cartographie du flux intraventriculaire.

Elle suit les motifs ultrasonores pour estimer le mouvement du sang. Elle nécessite toutefois l'injection intraveineuse continue d'agents de contraste, ce qui rend cette procédure également inadaptée en routine clinique.

Une autre modalité d'imagerie du flux vectoriel est l'iVFM (intraventricular vector flow mapping). La technique iVFM déduit les vecteurs vitesse à partir du Doppler couleur conventionnel. Le Doppler couleur est une méthode vélocimétrique à une composante : il ne restitue que les composantes de vitesse parallèles aux faisceaux ultrasonores. L'iVFM estime les composantes vectorielles à partir de ces données incomplètes. Pour améliorer notre précédente technique d'iVFM, nous proposons désormais un problème d'optimisation qui impose deux contraintes basées sur la physique : conservation de la masse, et conditions aux limites de glissement sur la paroi endocardique. Nous avons évalué les performances du nouvel iVFM sous contrainte physique dans un modèle cardiaque numérique (CFD) réaliste. Nous l'avons ensuite testée chez quelques patients pour étudier sa faisabilité clinique.



Cartographie du champ de vitesse intraventriculaire chez un patient, obtenue par cette nouvelle approche d'iVFM. Le grand vortex qui se forme lors du remplissage précoce y est visible pendant la diastase. La couleur des flèches représente les champs Doppler couleur d'origine, à partir desquels les champs iVFM ont été déduits.

La courbe au-dessus de l'échelle des couleurs est l'électrocardiogramme et indique les différents instants liés à chacune des cartographies iVFM.

Short echo time dual-frequency MR Elastography with Optimal Control RF pulses

Pilar Sango-Solanas#, Kevin Tse Ve Koon#, Eric Van Reeth#, Hélène Ratiney#, Fabien Millioz#, Cyrielle Caussy*, Olivier Beuf#

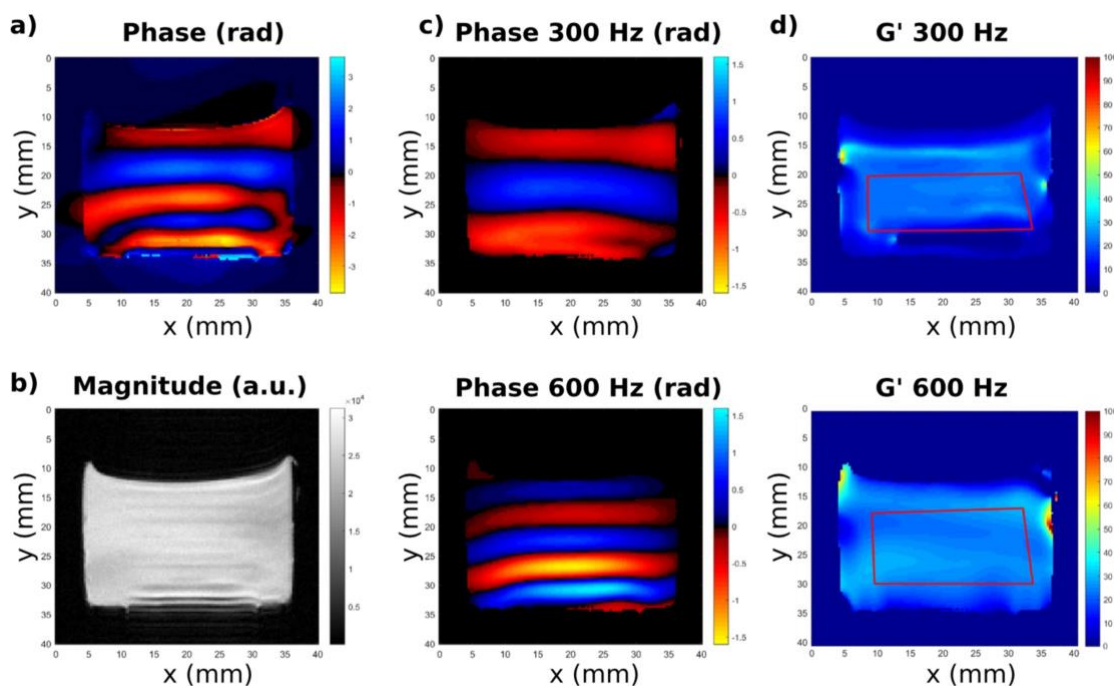
#CREATIS, *CarMen Laboratory & HCL, Endocrinologie & Diabète, Pierre-Bénite

Scientific Reports 12, 1406 (2022)

<https://doi.org/10.1038/s41598-022-05262-3>

Le principe de l'élastographie est de quantifier la rigidité d'un tissu biologique à partir de l'information de la propagation d'une onde mécanique externe à travers le tissu et de permettre de déceler des pathologies. Par exemple plus le foie est dur, plus la fibrose est importante. L'élastographie par Résonance Magnétique (ERM) est une des techniques d'imagerie non-invasive qui permet de déterminer in vivo les propriétés viscoélastiques des tissus. Une séquence ERM classique utilise des gradients de sensibilisation aux mouvements (GSM), qui oscillent à la même fréquence que l'onde mécanique. Mais la présence de ces gradients limite cette technique pour des temps T2 courts (par exemple pour les tendons).

Notre stratégie vise à effectuer des ERM multifréquences simultan es en l'absence de GSM en utilisant des impulsions radiofréquences conçues via la théorie du contrôle optimal. L'idée est d'incorporer dans les impulsions radiofréquences calcul es ceux qui étaient utilisés par les GSM. Un des intérêts du contrôle optimal est que ces impulsions ne sont plus limit es en fréquence permettant ainsi l'utilisation des hautes fréquences de vibration pour par exemple mesurer les propriétés mécaniques des tissus durs comme le cartilage ou détecter des pathologies comme l'arthrose et aussi des basses fréquences pour les tissus mous comme le foie. Des expériences sur des modèles calibrés uniformes ont été r alis es pour comparer la méthode ERM monofréquence classique à la méthode ERM double fréquence fond e sur le contrôle optimal et ont montré un excellent accord. Outre la preuve de concept, ces résultats atteignent l'objectif d'explorer la dispersion des paramètres viscoélastiques des tissus sur une large gamme de fréquences.



Images de phase (a) et d'amplitude (b) de l'excitation 300 Hz et 600 Hz acquises avec l'impulsion r alis e par contrôle optimal. Puis images de phase s par es (rad) de chaque composante de fréquence extraite après transform e de Fourier temporelle (c), choix du correspondant harmoniques (300 et 600 Hz) et application de la transform e de Fourier inverse. La partie (d) représente les  lastogrammes (avec la grandeur G' qui est homogène à une pression exprim e en kPa) reconstruits pour chaque composante fréquentielle : haut : 300 Hz ; en bas : 600 Hz. Les carrés rouges sont les zones de l'image utilis es pour le calcul des cisaillements (c).

The role of Monte Carlo simulation in understanding the performance of proton computed tomography

George Dedes¹, Jannis Dickmann¹, Valentina Giacometti², Simon Rit³, Nils Krah^{3,4}, Sebastian Meyer¹, Vladimir Bashkirov⁵, Reinhard Schulte⁵, Robert Johnson⁶, Katia Parodi¹, Guillaume Landry^{1,7}

¹ Department of Medical Physics, LMU Munich, Germany, ² Queen's University of Belfast, Northern Ireland, UK, ³ CREATIS, ⁴ Institute of Nuclear Physics Lyon (IPNL), ⁵ Loma Linda University, CA, USA

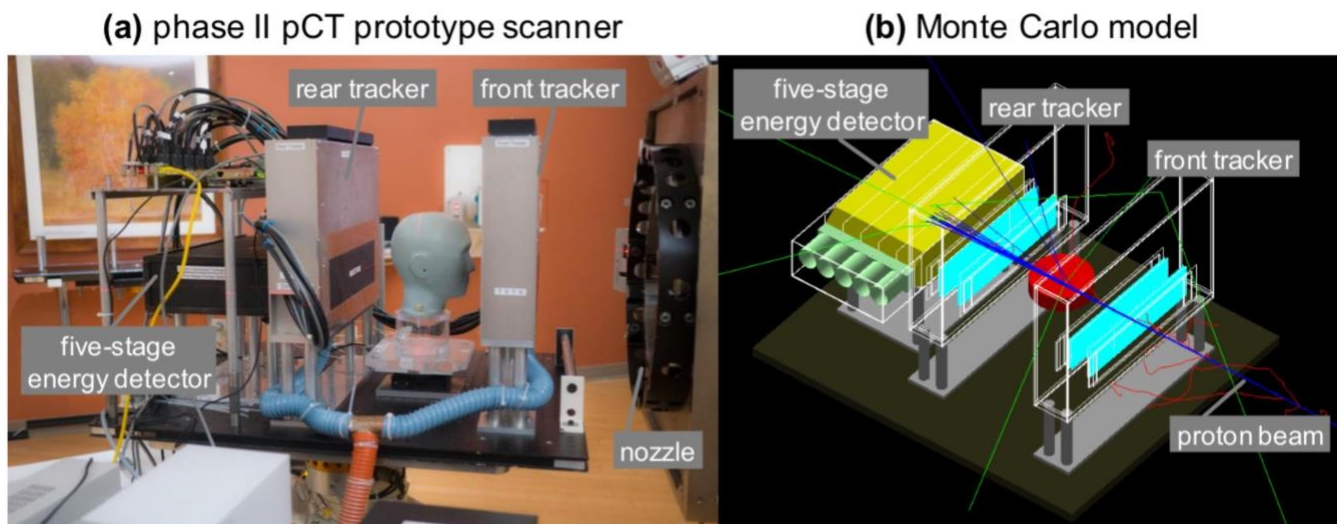
⁶ UCS, [Santa Cruz, University of California, USA, ⁷ Department of Radiation Oncology, University Hospital, LMU Munich

Zeitschrift für Medizinische Physik 32, 23 (2022)

<https://dx.doi.org/10.1016/j.zemedi.2020.06.006>

Parmi les imageries par des particules, la proton Computed Tomography (pCT) a été presque abandonnée jusqu'à l'avènement de la radiothérapie par protons il y a 25 ans, qui en a renouvelé l'intérêt. En traversant la matière, les particules chargées ionisent les molécules sur leur parcours, changent de direction et perdent leur énergie. La pCT permet notamment de reconstruire spatialement cette perte d'énergie ce qui est nécessaire pour le calcul de dose de la radiothérapie par protons. Cet article souligne le rôle des calculs de type Monte Carlo qui essaient de quantifier la précision des trajectoires des protons, la résolution spatiale et in fine le pouvoir d'arrêt qui est la perte d'énergie de la particule par distance parcourue. De plus ces simulations sont réalisées sur la chaîne d'instrumentation complète. Un des objectifs de cette revue est de comprendre en détail la chaîne de production d'image avec de réaliser une imagerie 3D du dépôt d'énergie et des trajets équivalents dans l'eau avec un exemple de prototype, ici, le scanner phase-II du centre Northwestern Medicine Proton Center de Chicago. L'analyse fine de la chaîne de mesure vise aussi de comparer les trois designs des scanners les plus cités.

Le plus grand défi est d'arriver à une précision et une résolution de dépôt d'énergie de l'ordre de 1 % pour les images pCT utilisées pour la planification du traitement suivant les estimations actuelles des incertitudes de plage en proton-thérapie. L'utilisation d'une telle plate-forme de simulation Monte Carlo détaillée, en combinaison avec des données expérimentales, a conduit à une meilleure compréhension de l'origine des artefacts d'image et de l'efficacité de la dose de pCT, et devrait aider à un système pCT cliniquement applicable.



(a) Le scanner Phase-II pCT du centre Northwestern Medicine Proton Center de Chicago, USA. (b) le modèle 3D correspondant utilisé pour les simulations Monte Carlo en lien avec les acquisitions. De la gauche vers la droite, figurent le faisceau de proton puis le traqueur avant (qui compte les protons et mesure leur position), le milieu à mesurer, le traqueur arrière (qui permet de remonter à la trajectoire des protons) et le détecteur d'énergie composé de 5 étages de scintillateurs qui transforment l'énergie des protons en lumière.

Improving motion-mask segmentation in thoracic CT with multiplanar U-nets

Ludmilla Penarrubia#, Nicolas Pino#, Emmanuel Roux#, Edouardo E. Dávila Serrano#, Jean-Christophe Richard#*, Maciej Orkisz# David Sarrut#

#CREATIS, *Service de Réanimation Médicale, hôpital Croix-Rousse, Lyon

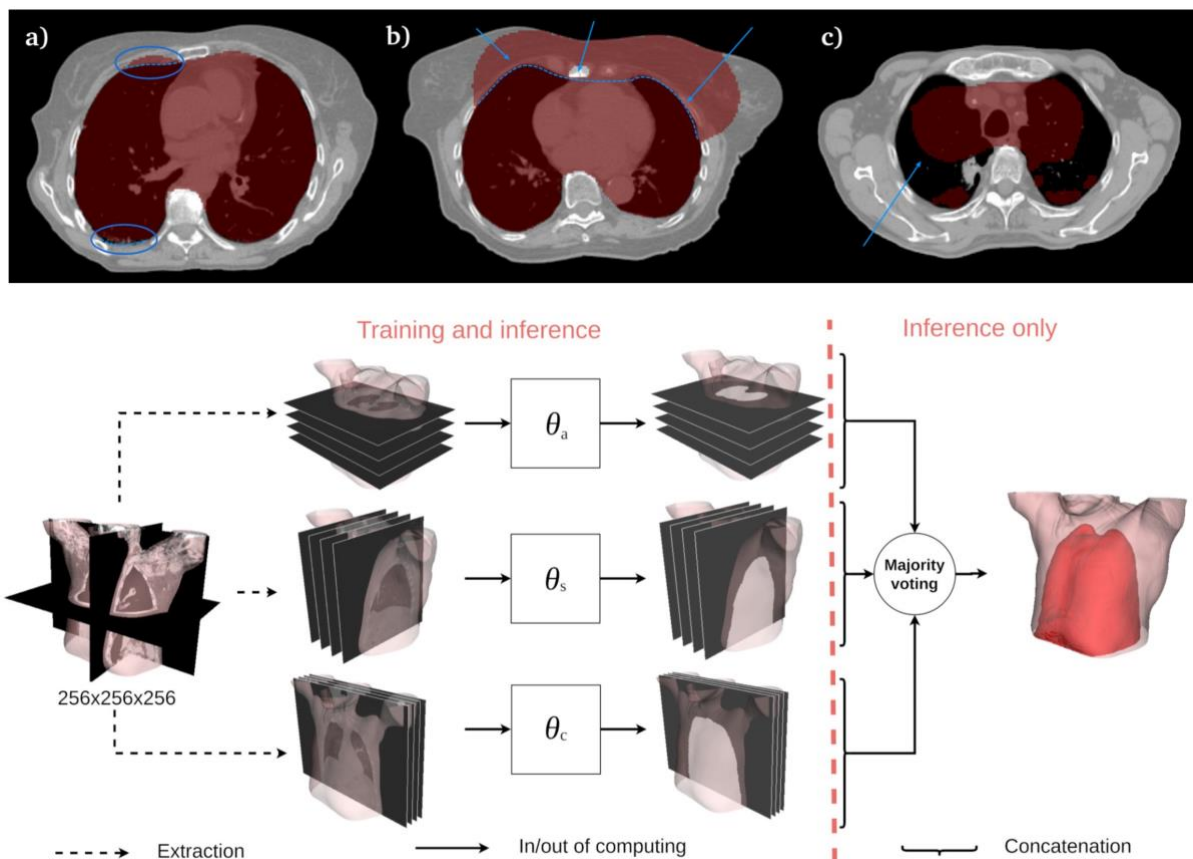
Medical Physics 49 (1) 420 (2022).

<https://dx.doi.org/10.1002/mp.15347>

Le but est d'améliorer le processus d'extraction de la région qui englobe les poumons et les viscères, où de grands déplacements se produisent pendant la respiration à partir d'images thoraciques obtenues par scanner CT à rayons X. Hélas les méthodes existantes de segmentation par masque de mouvement ne sont pas suffisamment robustes pour être utilisées en routine clinique. Cet article montre qu'une telle robustesse pourrait être atteinte par une approche légère d'apprentissage en profondeur utilisable sur un ordinateur standard.

Avec une architecture de réseau neuronal convolutif, trois réseaux U-nets en 2D pour les trois orientations principales ont été obtenus. Les données peuvent être fusionnées de différentes manières : union, intersection ou vote majoritaire. Le choix a été le vote majoritaire car il permet à un masque d'échouer sans dégrader les résultats finaux. Ces réseaux ont été formés via une base de données d'images de 43 patients atteints du cancer du poumon et traités par radiothérapie.

Lorsqu'elle a été évaluée sur un ensemble de données à partir d'images obtenues avec diverses modalités (appareil CT, pathologie), cette méthode a amélioré le taux de réussite de 53 % à 83 % avec un temps de traitement de 5 secondes sur un GPU de milieu de gamme. De plus le code, le modèle et des exemples sont accessibles en open science.



Sur les images a, b et c sont indiqués des exemples d'erreurs trouvées dans les masques de mouvement segmentés (zones en rouge). Selon leur étendue et leur emplacement, ces cas ont été étiquetés comme erreur mineure (a), erreur majeure (b) ou échec complet (c). Afin d'éviter ces trois types d'erreur, l'architecture de réseau proposée est composée de trois U-nets θ_a , θ_s et θ_c formés avec des images 2D extraites d'une image volumétrique. Puis elles sont concaténées pour obtenir des volumes 3D et fusionnées par vote majoritaire.

VIE DU LABORATOIRE

En juin 2022, Kevin Tse Ve Koon a pris la responsabilité de la plateforme PILoT épaulé par Frédéric Cervenansky à la suite d'Olivier Beuf qui en était temporairement le responsable depuis 2 ans.

Marie MORIN a accepté d'être correspondant formation CoFO (en charge du recueil des besoins en formation des personnels).

La journée des Doctorants (JDD) de première année a eu lieu le jeudi 19 mai 2022 dans l'amphithéâtre du bâtiment Gustave Ferrié. 18 doctorants ont présenté leur sujet et leur avancement.

L'assemblée générale de notre Laboratoire s'est tenue toute la matinée du vendredi 23 septembre 2022 à l'Amphi Claude Chappe.

L.I.F.E. (Laboratory Initiative For Environment)

Le groupe L.I.F.E. est issu d'une initiative étudiante encouragée par le laboratoire CREATIS et ouvert à tous ses membres. L'objectif consiste à réfléchir et agir ensemble pour diminuer les impacts de l'activité de notre laboratoire sur l'environnement. Diverses actions ont été initiées :

- *la fresque du climat (fin 2021 et mars 2022),*
- *le défi Ma petite planète (octobre 2021),*
- *la fresque du numérique (18 et 19 octobre 2022)*
- *sensibilisation par des affiches sur les emballages, le gaspillage, la pollution numérique, compost du café, et la gestion de la consommation de l'énergie,*
- *gestion du tri des déchets,*
- *bilan carbone à l'aide du site Labos1point5.*

Le groupe L.I.F.E. a estimé l'empreinte carbone des activités professionnelles de CREATIS pour l'année 2020. Le matériel représente 40% de l'empreinte carbone dans le bilan carbone de CREATIS.

Ces travaux ont permis de faire voter au dernier conseil de laboratoire un certain nombre de recommandations pour limiter ou réduire l'impact environnemental de l'activité de CREATIS et qui seront mises en application.

ARRIVEES/DEPARTS

Après deux années à CREATIS au service RH et à l'accueil, Pauline Queiros nous quitte pour un poste vers un autre ministère.

Après de très nombreuses années à l'accueil, Marion Lissac part pour une nouvelle aventure au service du conseil régional AURA.

Après plus de 6 ans à CREATIS, Sandrine Vignon a quitté le CNRS fin octobre pour se diriger vers la fonction publique territoriale.

Bruno Neyran est parti à la retraite.

Didier Vray est collaborateur bénévole depuis septembre 2022.

Arrivée de Georges BRAULT sur le poste d'adjoint en gestion administrative libéré par Pauline Queiros.



Intégration de S. Jehan-Besson et J. Cohen

Au 1^{er} janvier 2022 deux chercheurs CNRS en section 7, Stéphanie JEHAN-BESSON et Jérémie COHEN sont arrivés dans notre laboratoire.

Le travail de Stéphanie JEHAN-BESSON repose sur les modèles de contours actifs pour la segmentation d'images. Son activité s'intègre dans l'équipe MYRIAD avec une application en radiomique.

Jérémie COHEN est un spécialiste de l'approximation de rang faible en analyse de données qui permet de miner simultanément l'information contenue dans toutes les dimensions d'un tableau de données. Il arrive dans l'équipe MYRIAD sur des projets liés notamment à l'imagerie hyperspectrale.



Réussites aux concours chercheur et enseignant-chercheur



Pilar SANGO a été classée première sur le poste MCU UCBL1-IUT GEII et va continuer de travailler sur l'élastographie par résonance magnétique au sein de MAGICS.

HDR

Le 9 mai 2022 a eu lieu [la soutenance HDR](#) de Timothée JACQUESSON dont le titre est « Tractographie des nerfs crâniens et de la moelle spinale : Développement pour l'Anatomie chirurgicale ».

Thèses

Le 21 juillet 2022 a eu lieu la soutenance de thèse de Goulven LE MOIGN dont le titre est « Distributions de sources virtuelles optimales pour la sommation cohérente d'ondes divergentes en échographie 3D rapide ».

Le 29 avril 2022 a eu lieu la soutenance de thèse de Ewan EVAÏN dont le titre est « Apprentissage profond pour l'estimation de mouvement en imagerie ultrasonore: application à la quantification des déformations du myocarde ».

Le 31 mars 2022 a eu lieu la soutenance de thèse de Florian VIXEGE dont le titre est « Écoulement intraventriculaire 4-D par échocardiographie Doppler ».

Le 29 mars 2022 a eu lieu la soutenance de thèse de Audrey DURAN dont le titre est « Intelligence artificielle pour la caractérisation du cancer de la prostate par agressivité en IRM multiparamétrique ».

Le 24 janvier 2022 a eu lieu la soutenance de thèse de Yun Yun SUN dont le titre est « Patient-based color Doppler echocardiographic simulation ».

<https://www.creatis.insa-lyon.fr/site7/fr/category/Evenements/Soutenance-de-these>

ANR

Acronyme	Porteur		Type	Titre	Partenaires	Montant CREATIS (Projet) (€)
PERSEVERE	MERVEILLE	INSA	JCJC	Pulmonary Embolism Risk Stratification based on Vascular network modelling	CHUSE, LIRIS, LRDE	263 137
ORCHID	BERNARD	INSA	PRC	Etiological diagnosis of cardiac diseases based on echocardiographic images and clinical data	CHU Caen, Cnam	167 000 (341 000)
ULHYB	DUCROS	INSA	PRC	Ultrafast Hyperspectral Imaging for Biomedical Optics	HCL	290 000
LOOP	VAN REETH	CNRS	JCJC	Low Energy Optimal Radiofrequency Pulses for MRI		220 350
HERESP	BEUF	CNRS	PRCE	Head & neck cancer treatment through AI-based magnetic resonance-guided Protontherapy	CLB, Therapanacea	320 000 (540 000)
PIONEER	TSE VE KOON	UCBL	PRC	optimal control magnetic resonance elastography : application to liver with hemochromatosis	IADI, HCL	189 162 (260 578)
CAVIAR	NICOLAS	CNRS	PRC	3D passive CAVitation Imaging with Improved Axial Resolution	Labtau (porteur), IRIT, CRCL	52 356 (590 000)

Taux de réussite 2022 accepté / dépôt phase 1: 58%.

Directeur de publication : Olivier Beuf.
 CREATIS © 2022
[S'inscrire / Se désinscrire
 communication@creatis.insa-lyon.fr](mailto:communication@creatis.insa-lyon.fr)
[https://twitter.com/ CREATIS](https://twitter.com/CREATIS)

Bâtiment Léonard de Vinci (2ème étage),
 21 avenue Jean Capelle
 69621 Villeurbanne cedex, FRANCE
 Site : <https://www.creatis.insa-lyon.fr>
 Accueil : +33 (0)4 72 43 82 27