

De Mai à Septembre 2023

Plan cliquable :

L'ÉDITO.....	2
À LA UNE.....	2
<i>Distinctions.....</i>	2
ÉVÈNEMENTS.....	3
<i>Séminaire laboratoire.....</i>	3
<i>FIMH.....</i>	3
<i>Festival Pop'Science.....</i>	4
<i>Dialogue Objectifs Ressources.....</i>	4
<i>Evènement "Meet&Fabrik", conférences et portes ouvertes des plateformes.....</i>	4
<i>Visite d'une délégation d'Université de Hollande.....</i>	5
<i>Fédération Informatique de Lyon (FIL).....</i>	5
VIE DU LABORATOIRE.....	5
<i>Journée des doctorants JDD.....</i>	5
<i>Les arrivées au laboratoire.....</i>	6
<i>Intégration au laboratoire.....</i>	7
<i>Départ.....</i>	8
<i>Soutenances.....</i>	8
<i>Séminaires.....</i>	8
<i>Séminaires internes.....</i>	10
<i>Présentation d'articles.....</i>	10
<i>Actions médiatrices.....</i>	11
<i>24h de l'INSA-Lyon.....</i>	11
COIN INFORMATIQUE.....	11
<i>Club des développeurs.....</i>	11
PUBLICATIONS AU FIL DE L'EAU.....	11
<i>Ouvrage « AI and Big Data in Cardiology A Practical Guide».....</i>	11
<i>Cohérence des données dans la tomographie hélicoïdale à faisceau conique.....</i>	12
<i>Etude de différents modèles paramétriques pour l'IRM pondérée en diffusion appliquée aux maladies chroniques du foie.....</i>	13
<i>Théorie de la décision pour l'identification de microbulles en imagerie de localisation ultrasonore.....</i>	14
<i>Une contrainte faiblement supervisée sur les attributions basées Gradient pour une classification interprétable et la détection d'anomalies.....</i>	16

L'Édito

Bonjour à toutes et tous,

Nous avons tous été très touchés par le décès le 18 septembre 2023 à l'âge de 50 ans d'Elisabeth BRUSSEAU. Elisabeth, partageait notre quotidien depuis 2002 comme chargée de recherche du CNRS et elle développait avec rigueur et passion l'élastographie ultrasonore quasi-statique pour la caractérisation tumorale. L'émotion et la peine ont fortement marqué le laboratoire ces derniers jours de Septembre. Je crois pouvoir dire qu'Elisabeth laissera dans nos mémoires l'image d'une personne qui mêlait à la fois la discrétion et la détermination. Pédagogue, souriante, attentive aux autres, elle était également mobilisée pour la cause animale et avait la fibre artistique.

Toutes nos pensées vont à sa famille et à ses proches,
Olivier BEUF

À la une

Distinctions



Le 3 mai, le [CNRS](#) a annoncé récompenser **Sophie GAILLARD**, ingénieure d'étude CNRS, recevra [la médaille de cristal](#) parmi les 30 lauréats nationaux.

Cette médaille de cristal distingue des femmes et des hommes, personnels d'appui à la recherche, qui par leur créativité, leur maîtrise technique et leur sens de l'innovation, contribuent à l'avancée des savoirs et des savoir-faire.

Début mai **Nathan PAINCHAUD** a reçu [le prix « Relève étoile Louis-Berlinguet »](#) du mois d'avril 2023 pour son article « *Echocardiography Segmentation With Enforced Temporal Consistency* ». Ce prix est décerné chaque mois par le FRQNT (*Fonds de recherche Québec-Nature et technologies*) afin de reconnaître

l'excellence de l'apport scientifique et des impacts sociétaux de la recherche menée par des étudiants ayant suivi des études postsecondaires au Québec.



Évènements

Séminaire laboratoire

Le séminaire du laboratoire a eu lieu les 25 et 26 septembre 2023 au sein du domaine de Valpré. Il a réuni 115 participants pour effectuer un bilan à mi-parcours du contrat en cours, présenter les actions des services supports, partager les visions de tous les acteurs contribuant à l'activité de recherche du laboratoire et passer du temps ensemble dans un environnement privilégié. [Cliquer ici](#) pour voir la photo de groupe en pleine résolution.



FIMH



L'édition 2023 de [la conférence FIMH](#) (International Conference on Functional Imaging and Modeling of the Heart) s'est tenue du 19 au 22 juin à Polytech Lyon sur le campus scientifique de la Doua. Avec plus de 130 participants inscrits, cette édition a aussi été un retour à Lyon 20 ans après la deuxième édition de la conférence en 2003.

L'édition 2023 a été organisée par plusieurs membres de CREATIS (**O. Bernard**, **P. Clarysse**, **N. Duchateau**, **M. Viallon**) et **J. Ohayon** du TIMC Grenoble. Plusieurs doctorants et chercheurs ont été impliqués dans l'organisation quotidienne. Trois ateliers associés et un data challenge ont eu lieu impliquant plusieurs personnes du laboratoire dans les présentations et/ou l'organisation.

2ème journée de Transfert Valorisation-Innovation

TRANSFERT VALORISATION INNOVATION

La 2ème journée de Transfert Valorisation-Innovation (TVI2) organisée par **Guy Courbebaisse** et **Patrick Clarysse** le 24 mai, a été dédiée à la valorisation des outils logiciels incluant les logiciels libres. A la suite des interventions de CNRS INNOVATION (**Mehdi Gmar**, **Sébastien Lebbe**), du service SPV de la délégation régionale (DR7) (**Christian Roux**) et du correspondant valorisation de l'IN2IS (**Marian Scuturici**), **Sébastien Valette**, **Simon Rit**, **Maciej Orkisz**, **Michaël Sdika** et **Sorina Pop** ont présenté des logiciels développés au laboratoire. [Les présentations](#) ont été suivies d'une discussion ouverte et de RDV individuels avec les interlocuteurs des établissements et filiales de valorisations.

Festival Pop'Science



Lors du [festival Pop Science](#) situé à Villeurbanne (week-end du 12 au 14 mai) le vendredi 12 mai de 9h à 17h, six personnes du laboratoire ont animé l'atelier « [Trace ton son](#) » dans la salle Raphaël de Barros.

Dialogue Objectifs Ressources

Le Dialogue Objectifs Ressources (DOR) a eu lieu le mardi 30 mai avec l'ensemble des représentants des tutelles et des co-tutelles. Le DOR est un moment important dans la vie d'une unité puisqu'il permet de mettre en cohérence les objectifs de notre laboratoire avec les ressources mises à disposition des tutelles. Après la matinée avec la direction, puis la visite du laboratoire, ils ont souhaité un échange libre d'une heure avec les agents CNRS dont huit ont pu être présents.

Evènement "Meet&Fabrik", conférences et portes ouvertes des plateformes

Pour la deuxième année consécutive, la Fabrique de l'Innovation nous a grand ouvert ses



portes du 5 au 9 juin 2023 pour son évènement "Meet&Fabrik". **Maylis JOUVENCEL** et **Antoine NAEGEL**, deux doctorants et du groupe LIFE, se sont impliqués comme intervenants pour la conférence "Réduire l'impact environnemental de la recherche" du 7 juin à 14h à la fabrique de l'innovation.

Portes ouvertes des plateformes



Toute la journée du 6 juin, ont été organisées les portes ouvertes "[À la rencontre des plateformes technologiques académiques](#)" La plateforme PILOT a été mise en lumière traitant de [l'actualité économique de la région ORA](#).

Visite d'une délégation d'Université de Hollande

Le mardi 20 juin a eu lieu la visite d'une délégation des Universités de Twente and Radboudumc (Hollande) dans le cadre d'un *Medical Tour* centrée sur la modalité des ultrasons.

Fédération Informatique de Lyon (FIL)

Sébastien VALETTE avec des chercheurs du LIRIS et du LHC ont organisé une demi-journée d'échanges scientifiques sur « *l'explicabilité des modèles d'apprentissage automatique pour les signaux 2D/3D* » dans le cadre de la FIL et des thèmes "Images et Informatique Graphique" et "Intelligence Artificielle et Apprentissage Automatique" le matin du 13 juillet sur le Campus de la Doua.

Vie du laboratoire

Journée des doctorants JDD



JOURNÉE DES DOCTORANTS

Le 4 mai a eu lieu la Journée des doctorants (JDD) dans le bâtiment des Humanités de l'INSA. Elle a permis à 19 doctorants de première année de présenter leur sujet et le début de leurs travaux.

Les JDD ont été organisées par **Maciej Orkisz** et deux coordinatrices **Maylis Jouvencel** et **Morgane des Ligneris**.

Les arrivées au laboratoire

Alternants



Depuis Septembre, **Hippolyte BLOT** a commencé son diplôme d'ingénieur informatique de l'INSA Lyon en alternance au sein de notre laboratoire.

Doctorants

Walid DANDACHLY a intégré CREATIS en tant que doctorant et travaillera sur "*IRM quantitative de la tête et du cou, caractérisation de la tumeur par cartographies multiparamétriques et analyse radiomique régionalisée pour l'imagerie de l'habitat pour l'adaptation de dose en radiothérapie*".



Thierry JUDGE a intégré CREATIS en tant que doctorant et travaillera sur "*Analyse de la déformation du muscle cardiaque par apprentissage profond à partir d'une base de données à très grande échelle*".

Mahshid DODEL a intégrée CREATIS en tant que doctorante et travaillera sur "*Imagerie de cohérence ultrasonore 3D utilisant l'apprentissage profond*".



Séréna HARIGA a intégrée CREATIS en tant que doctorante et travaillera sur "*Reconstruction d'images hyperspectrales à pixel unique par factorisation de matrice négative et apprentissage profond*".

Thomas MAITRE a intégré CREATIS en tant que doctorant et travaillera sur "*Reconstruction compensée par le mouvement à l'aide de l'apprentissage profond pour l'optique computationnelle*".





Thibaut MODRZYK a intégré CREATIS en tant que doctorant et travaillera sur "*Imagerie de caméra Compton améliorée par apprentissage profond pour la médecine nucléaire*".



Geoffroy OUDOUMANESSAH a intégré CREATIS en tant que doctorant et travaillera sur "*Apprentissage auto-supervisé pour la détection d'anomalies en neuroimagerie*".

Permanents



Jean-Baptiste MOURGUES qui est attaché au pilotage administratif et financier du LabEx PRIMES est maintenant hébergé à CREATIS.



Vahid MOHAMMADI est accueilli à CREATIS en tant qu'ingénieur d'étude pour renouveler et maintenir les équipements pédagogiques d'imagerie dans le cadre du Labex PRIMES.



Agnieszka GUTWINSKA occupe un poste d'ingénieure d'étude pour la mise en oeuvre pré-clinique et clinique de nouvelles technologies SPCCT.

Intégration au laboratoire

Jean-Noël Badel, physicien médical du Centre Léon Bérard, a intégré le laboratoire en Septembre 2023. Il renforcera l'équipe TOMORADIO au travers de ses compétences en radiothérapie.



Chantal Muller, maître de conférences à l'INSA/département télécom, a réintégré le laboratoire en Septembre 2023. Elle renforcera l'équipe MYRIAD au travers de ses compétences en analyse d'images médicales.



Départ

Claire Mouton, IR UCBL est partie en détachement le 28 septembre au centre Inria de Lyon.

Soutenances

Thèses de doctorat

Anthime FLAUS a soutenu sa thèse « *Leveraging Deep Learning to improve information extraction for FDG brain PET imaging* », le mercredi 31 mai à 10h30 dans l'amphithéâtre du Neurocampus.



Méghane DECROOCQ a soutenu sa thèse « *Développement d'une méthode de modélisation et maillage de réseaux artériels basée sur la ligne centrale pour les études hémodynamiques des pathologies cérébrovasculaires* » (« *Development of a centerline-based arterial network modeling and meshing framework for hemodynamic studies of cerebrovascular pathologies* ») le 31 mai à 14h dans la salle de la BU de Lyon1.

Paul NOBRE a soutenu sa thèse « *Sondes et capteurs de champs électromagnétiques à liaisons optiques pour la sécurité en IRM* » (« *Optical conversion and transmission of RF coils and electric-field sensors for MRI safety* ») le 15 Juin à 14h dans l'amphi ISTIL à Polytech sur le campus de la Doua.



Séminaires

Le professeur **Andreas RESKE** de Leipzig University a visité notre laboratoire du 18 au 21 Avril grâce au « Arqus mobility fellowship ». Il a travaillé avec divers membres de Myriad pour créer une banque de donnée de patients atteints du syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA ou ARDS) en vue de la segmentation des poumons.



Le 12 mai, **Wei-Ning Lee** de l'Université de Hong Kong et directrice du Lee Ultrasound Imaging Group (au centre de la photo) a été invitée pour présenter son travail « *Ultrasound assessment of arterial anisotropy, mechanical nonlinearity, and pressure* » dans la salle Bellecour.



Le 26 mai, **Antoine Ferreira & Karim Botros** de l'INSA Centre Val de Loire ont présenté « *Fully automatic and real-time microrobot detection and Tracking based on ultrasound imaging using deep learning* » dans la salle Bellecour de CREATIS.

Le 14 Juin lors du *Coffee machine learning*, **Julian TACHELLA** a présenté son travail sur l'apprentissage self-supervisé pour les problèmes inverses en imagerie et sa nouvelle librairie en open [DeepInverse](#) dans l'amphi AE2, bâtiment GE-INSA. Julian Tachella est un chercheur CNRS affecté au laboratoire Sisyph de l'École Normale Supérieure de Lyon.



Chris de Korte et ses collègues (MUSIC Center, Radboud University, Hollande) ont participé à une demi-journée où cinq présentations ont eu lieu sur les liens entre AI et imagerie médicale ultrasonore le 20 juin.

Marie Muller de North Carolina State University, a été invitée pour présenter « *Quantitative ultrasound (QUS) markers in lung tissue* » en soulignant combien l'échographie pulmonaire s'est avérée très précieuse dans la prise en charge des patients atteints de COVID.



Séminaires internes

Le 11 mai à 14h, **Laure Vergnaud**, doctorante, a présenté son travail « *Solid-state gamma camera (CZT) for 177Lu quantification* » en conférence zoom.

Le 12 mai à 9h30 **Luis Amador**, doctorant, a présenté son travail « *Multi-image super-resolution in MRI* » dans la salle Lucky Luke.

Le 25 mai à 14h, **Shusong Huang** a détaillé son travail : « *POD-Deep learning method for blood velocity reconstruction in a vessel with X-ray CT* » en conférence zoom.

Le 26 mai à 9h30 **Valentine Wagnier-Dauchelle**, doctorante, a présenté son travail : « *A weakly supervised constraint on gradient-based attributions for interpretable classification and anomaly detection* » dans la salle Lucky Luke.

Le 1er Juin à 14h, **Salim S-Mohamed** a réalisé une répétition générale pour l'ERC: *KOLOR SPCCT Imaging: a paradigm shift in lung diseases imaging* dans l'amphi AE2.

Le 8 Juin à 14h, **Hoang Hoa** a présenté « *Validation of GATE simulation for SYMBIA INTEVO BOLD scanner* » (scanner SPECT/CT de la société Siemens Healthineers), via zoom

Le 9 Juin à 9h30, **Paul Nobre** a présenté son travail comme répétition de son exposé de thèse « *Probes and sensors of electromagnetic fields with optical links for safety in MRI* » dans la salle Lucky Luke.

Le 9 Juin à 10h30, **Samaneh Choupani** a présenté son récent article de ISBI 2023 proceeding « *Arterial pressure loss from vascular vector flow mapping with conventional color Doppler* » dans la salle René Descartes.

Le 22 Juin à 14h, **Matthieu Laurendeau** a présenté « *Three-dimensional maps of the tomographic incompleteness of cone-beam CT scanner geometries* » via zoom.

Le 23 Juin à 10h30, **Flora Estermann** a présenté son récent article de ISBI 2023 proceeding « *PWML detection in 3D cranial ultrasound volumes using over-segmentation and multimodal classification with deep learning* » dans la salle René Descartes.

Le 29 Juin à 14h, **Pierre Lansonneur** a présenté « *Radiothérapie FLASH chez Varian* » (Varian société Siemens Healthineers) au Centre Leon Berard (salle radiothérapie).

Les jeudis 6 et 13 Juillet de 10h30 à 12h, **Adrien Pertegas, Séréna Hariga, Anass Hameddine, Louise Bart, Amine Boukhari, Slim Hachicha et Axel Clément** ont présenté l'avancée de leur stage de Master dans la salle E110 dans le bâtiment INSA-GE.

Le 6 Juillet à 14h, **Nicolas Daire-Raymond** a présenté son stage de Master « *Study of semiconductor detectors for the Compton Camera in nuclear medicine* », puis à 14h30 **Thomas Maitre** sur le sujet « *Image reconstruction with motion compensation for single-pixel camera* » dans la salle Lucky Luke.

Le 20 Juillet de 14h à 15h, **Antoine Fraissenon** a présenté son travail "*Reconstruction error to generate vascular malformation pre-segmentation*" dans la salle E110.

Le 20 Juillet à 14h, **Serena Hariga** a présenté son stage de Master « *Reconstruction of hyperspectral images by single-pixel camera* », puis à 14h30 **Leo Milliat** sur le sujet « *Compton camera imaging with deep learning* » par modalité zoom.

Présentation d'articles

Julia Puig a présenté l'article « *Evolutionary Generative Adversarial Networks* » [Chaoyue Wang et al, 2018] le 11 mai à 13h dans la salle Bellecour.

Robin Trombetta a présenté « *Tutorial on diffusion models* » le 25 mai à 13h dans la salle Bellecour.

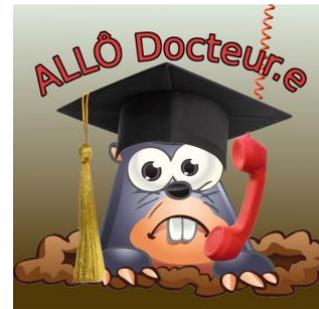
Nathan Painchaud a présenté l'article « *Fader Networks: Manipulating Images by Sliding Attributes* » le 1er Juin à 13h, dans la salle Bellecour.

Maylis Jouvencel a présenté l'article « *Shape-Aware Organ Segmentation by Predicting Signed Distance Maps* » le 6 Juillet à 13h, dans la salle Bellecour.

Morgane des Ligneris a présenté « *Mean teachers are better role models: Weight-averaged consistency targets improve semi-supervised deep learning results* » le 13 Juillet à 13h, dans la salle Bellecour.

Actions médiatrices

Jeremy Cohen et **Stéphane Kastenbaum** du laboratoire IRISA à Rennes où il a soutenu sa thèse le 5 mai 2023, ont initié un nouveau podcast, appelé [Allo-Docteur-e](#), où ils échangent avec des docteurs en mathématiques et en informatique. Ils approfondissent le contenu scientifique et le contexte de leur thèse (vie quotidienne, financement...). Pour le premier podcast, Jeremy Cohen a été interviewé par Stéphane Kastenbaum.



Deux épisodes sont déjà disponibles sur [Spotify](#), Apple podcast et Podcast Addict.

24h de l'INSA-Lyon

William Romero, ingénieur de recherche à CREATIS, a été le coach d'une équipe de cyclistes avec laquelle il participera à la 48e édition du festival des [24h de l'INSA](#) le week-end 13-14 mai. Dans cette équipe, nommée Café de Colombia, **Paul Nobre**, doctorant, y a participé. Ce festival accueille près de 400 coureurs et 10 000 personnes par soir sur le campus. Voir leur réussite en photos [PODIUM 24h INSA 2022](#).

Coin informatique

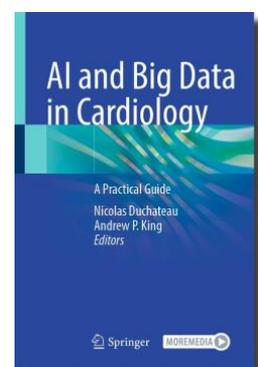
Club des développeurs

Le Mardi 9 mai de 12h45 à 13h45, en première partie, **Jérémy Cohen** a présenté « *Benchopt: benchmarking optimization algorithms.* » et en deuxième partie, **Gaël Vila** a présenté « *A Python client for massive data analysis and simulation with VIP* » dans la salle Bellecour.

Publications au fil de l'eau

Ouvrage « *AI and Big Data in Cardiology A Practical Guide* »

Le 4 mai [Springer](#) a édité ce [livre coordonné](#) par **Nicolas Duchateau** et **Andrew King** (King's College London) offrant un aperçu clinique et technique de l'utilisation de l'IA et du big data dans la médecine cardiovasculaire moderne, auquel d'autres membres de CREATIS ont contribué (**Olivier Bernard**, **Thomas Grenier**).



Les premiers chapitres sont structurés avec une introduction clinique et d'un avis d'un expert du domaine, puis d'exercices didactiques et en final d'un tutoriel Python.

Cohérence des données dans la tomodensitométrie hélicoïdale à faisceau conique

« Cone-beam pair-wise data consistency conditions in helical CT »

IEEE Trans Med Imaging. 2023, Avr.

Mélanie Mouchet^{1,2}, Jean Michel Létang¹, Jérôme Lesaint¹, Simon Rit¹

¹ CREATIS, Univ Lyon, INSA-Lyon, Univ. Lyon 1, CNRS UMR 5220, Inserm U1294, Univ. St-Etienne, Lyon.

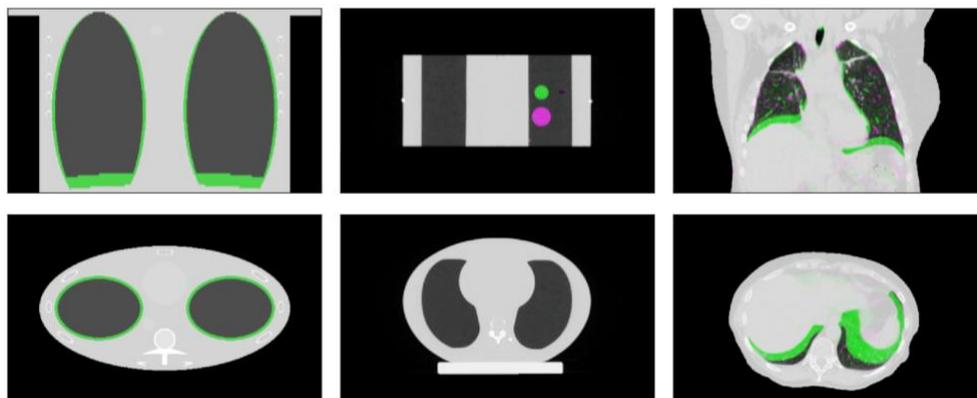
² Siemens Healthcare, Paris.

<https://doi.org/10.1109/TMI.2023.3265812>

<https://hal.science/hal-04072471v1>

Les « conditions de cohérence des données » (DCC) sont des équations mathématiques caractérisant l'image de l'opérateur linéaire modélisant le lien les projections de rayons X acquises et la tomodensitométrie (TDM) que l'on souhaite reconstruire. Les applications pratiques sont nombreuses car elles permettent de corriger les projections « incohérentes » acquises par le scanner avant la reconstruction de l'image TDM. Cet article étudie les DCC pour les paires de projections d'une acquisition hélicoïdale (la source des X suit un mouvement d'hélice) avec un détecteur 2D en forme d'une portion d'un cylindre qui est la géométrie de la plupart des scanners de diagnostic.

La capacité de ces DCC à détecter les mouvements respiratoires a été évaluée sur des projections simulées et réelles. Nos résultats indiquent que cette approche peut détecter le mouvement si la ligne de base, définie par les deux positions de source d'une paire de projections, et le champ de vue ne se croisent pas. Si c'est le cas, l'incohérence due au mouvement est dominée par les erreurs de discrétisation et le bruit. Nous proposons donc de normaliser l'incohérence par une estimation de l'écart type du bruit afin d'obtenir une métrique qui est principalement sensible aux incohérences dues au mouvement. Combinée à une moyenne mobile pour réduire le bruit, cette métrique d'évaluation des DCC peut détecter les mouvements respiratoires. Cette approche pourrait être utilisée pour estimer les paramètres d'un modèle de mouvement avant la reconstruction pour le compenser pendant celle-ci.



Coupes coronales (en haut) et axiales (en bas) des trois images tomodensitométriques reconstruites à partir des projections utilisées dans cette étude:
fantôme thorax Forbild (simulé, à gauche),
fantôme CIRS (données d'acquisition, au centre),
données cliniques réelles (données d'acquisition, à droite).
Les deux positions extrêmes sont superposées en vert et en violet.

Etude de différents modèles paramétriques pour l'IRM pondérée en diffusion appliquée aux maladies chroniques du foie

«Diffusion-Weighted MRI of the Liver in Patients With Chronic Liver Disease: A Comparative Study Between Different Fitting Approaches and Diffusion Models»

J Magn Reson Imaging. 2023 Mai.

Jiqing Huang¹, Benjamin Leporq¹, Valérie Hervieu², Jérôme Dumortier³, Olivier Beuf¹, Hélène Ratiney¹

¹ CREATIS, Univ Lyon, INSA-Lyon, Univ. Lyon 1, CNRS UMR 5220, Inserm U1294, Univ. St-Etienne, Lyon.

² Department of Anatomico-pathology, CHU Edouard Herriot, Hospices Civils de Lyon, Lyon.

³ Department of Hepatology, CHU Edouard Herriot, Hospices Civils de Lyon, Lyon.

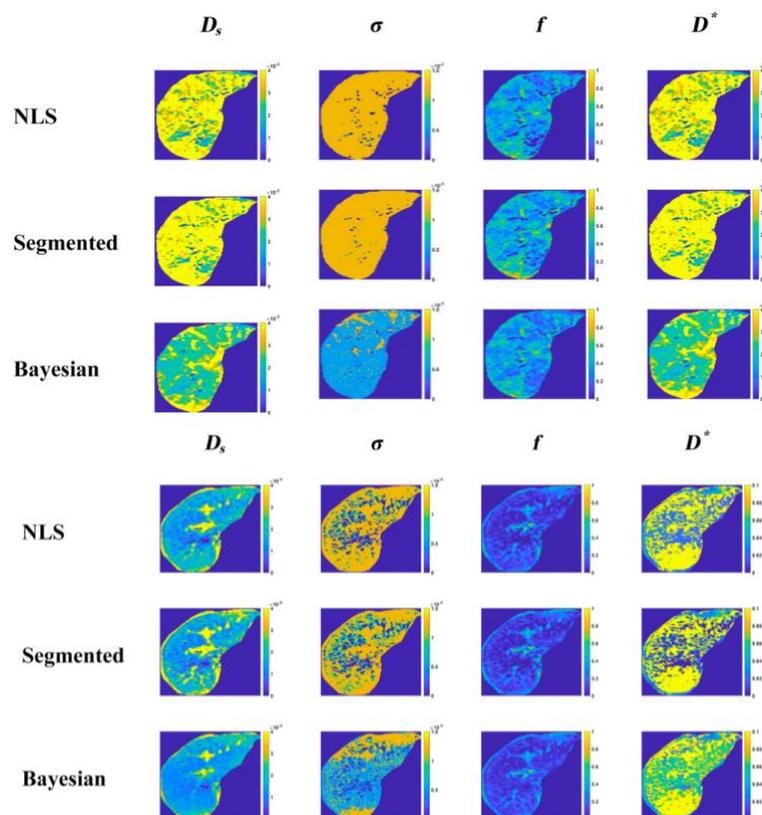
<https://doi.org/10.1002/jmri.28826>

Les maladies chroniques du foie, s'accompagnent souvent de fibrose hépatique qui conditionne la prise en charge thérapeutique et nécessite le développement de méthodes de mesures non invasives. L'imagerie par Résonance Magnétique (IRM) pondérée en diffusion (DWI) est de plus en plus utilisée dans les examens du foie. En effet cette technique permet une mesure quantitative du mouvement aléatoire des molécules d'eau dans les tissus, contraint par les compartiments tissulaires. Ainsi cette mesure est sensible au degré de fibrose. Les patients atteints de diverses maladies hépatiques chroniques ont des valeurs de coefficient de diffusion apparent plus faibles que les individus en bonne santé. Cependant, la valeur diagnostique de ce coefficient dans l'évaluation de la fibrose reste relativement controversée. Aussi plusieurs modèles de diffusion peuvent être employés pour décrire la dépendance du signal IRM à différents types de mouvements dans les tissus (pseudo perfusion, diffusion libre ou diffusion entravée par la compartimentation des tissus). Dans ce contexte, cette étude avait pour but d'étudier les effets de différentes méthodes d'ajustement sur la mesure des paramètres de diffusion et d'étudier la pertinence des paramètres quantifiés pour l'évaluation de la fibrose.

Plusieurs paramètres ont été estimés, à partir des modèles testés, sur des données de simulation et *in vivo* (85 patients atteints de diverses maladies chroniques du foie) à l'aide de méthodes d'ajustement des moindres carrés non linéaires (NLS), segmentées NLS et bayésiennes. La justesse et la précision des paramètres estimés ont été évaluées à l'aide de simulations, et les différents paramètres des modèles ont été étudiés sur des données *in vivo*. L'étude s'est concentrée notamment sur la mesure de corrélations entre paramètres de diffusion et mesures histologiques et informant sur le degré d'inflammation et de fibrose dans le foie.

Enfin, en utilisant une combinaison de paramètres de diffusion, la classification des patients selon leur appartenance à des groupes présentant de la fibrose de faible grade (F0-F2) ou de grades sévères (F3-F6) a été réalisée.

Ainsi, les méthodes bayésiennes permettent d'accéder à une plus grande justesse et précision des paramètres de diffusion et permettent *in vivo*, d'obtenir des corrélations très significatives entre paramètres de diffusion et stéatose, paramètres de diffusion et fibrose. Avec une technique fondée sur les courbes ROC (de l'anglais « receiver operating characteristic », inventées originellement pour montrer la séparation entre les signaux radar et le bruit) et ainsi que sur la méthode de l'arbre de décision, la classification des patients selon leur degré de fibrose a été réalisée avec une excellente pertinence (avec une aire sous courbe ROC égale à 0.92 ce qui est remarquable). En conclusion, les paramètres de modèles avancés de diffusion, ajustés selon la méthode bayésienne proposée, ont un très fort potentiel pour aider au diagnostic non invasif de la fibrose.



Diverses cartographies des paramètres quantitatifs de diffusion des molécules d'eau dans le foie (grandeur en mm^2/s) ajustés par trois méthodes pour deux groupes de fibrose. Une grande différence statistique est visible pour le paramètre D_s où plus la fibrose est élevée, moins les molécules d'eau peuvent diffuser (D_s faible).

En haut groupe à faible grade et en bas groupe de fibrose sévères.

La structure de l'arbre de décision est indiquée.

NLS = méthode des moindres carrés non linéaires.

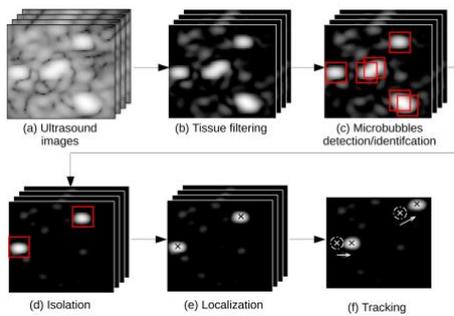
Théorie de la décision pour l'identification de microbulles en imagerie de localisation ultrasonore

« Microbubble Identification Based on Decision Theory for Ultrasound Localization Microscopy »

[IEEE Open Journal of Ultrasonics](#), Ferroelectrics, and Frequency Control. 2023, Mai.

Alexandre Corazza , Pauline Muleki-Seya, Adrian Basarab, Barbara Nicolas

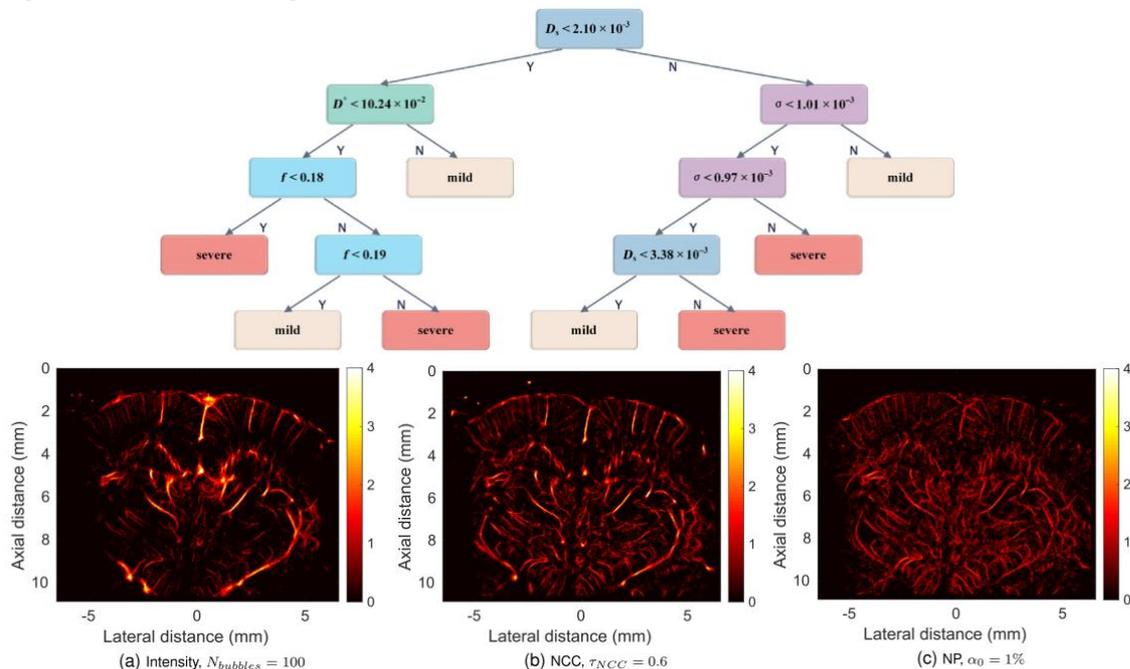
CREATIS, Univ Lyon, INSA-Lyon, Univ. Lyon 1, CNRS UMR 5220, Inserm U1294, Univ. St-Etienne, Lyon.



La microscopie de localisation ultrasonore permet d'évaluer la microstructure vasculaire en détectant, localisant et suivant les microbulles dans le réseau vasculaire. Cette microscopie fournit une carte vasculaire du réseau avec une très bonne résolution spatiale mais avec un temps d'acquisition de plusieurs minutes. Il est donc très important d'augmenter le nombre de microbulles détectées afin de limiter le temps d'acquisition. La méthode standard de détection des microbulles suppose que les

agents de contraste sont les structures de plus haute intensité dans les images ultrasonores. Cependant, les données in vivo montrent que l'intensité des microbulles peut être inférieure à celle du tissu résiduel ou même du bruit. Ainsi, pour faciliter la détection de ces microbulles, cet article propose un détecteur de microbulles fondé sur la théorie de la décision via la méthode «Constant False Alarm Rate» (taux de fausse alarme constant) qui correspond à un algorithme adaptatif utilisée dans les radars pour isoler le signal retour d'une cible d'un bruit de fond.

Dans cette étude, la méthode basée sur le critère de Neyman-Pearson est comparée aux méthodes de détection standard qui s'appuient sur l'intensité ou la corrélation croisée normalisée. Cette méthode est appliquée sur des données simulées et des mesures in vivo de cerveaux et de reins de rats. La nouvelle méthode de détection basée sur la théorie de la décision permet de contrôler le taux de fausse alarme sans dégrader le taux de détection des microbulles sur les données simulées. De plus elle améliore la résolution de la carte des vaisseaux sur les données cérébrales in vivo et de détecter plus de vaisseaux sur les données rénales in vivo. *Le code Matlab du détecteur Neyman-Pearson est [disponible](#).*



La première illustration présente les étapes de la microscopie de localisation ultrasonore par microbulles. La figure compare les méthodes de détection standard (intensité), la corrélation croisée normalisée (NCC) et la méthode développée (Neyman-Pearson) pour l'imagerie par microscopie à localisation ultrasonore du cerveau de rat : (a) avec une détection fondée sur l'intensité ($N_{bulles}=100$), (b) avec une détection NCC $\tau_{NCC}=0.6$, (c) avec une détection Neyman-Pearson $\alpha_0=1\%$. L'avantage d'une détection spatialement uniforme y est mis en évidence, avec ici une carte de vaisseaux sanguins construite à partir d'acquisitions de 4 s.

Une contrainte faiblement supervisée sur les attributions basées Gradient pour une classification interprétable et la détection d'anomalies

A Weakly Supervised Gradient Attribution Constraint for Interpretable Classification and Anomaly Detection

IEEE Transactions on Medical Imaging. 2023, Juin.

Valentine Wargnier-Dauchelle¹, Thomas Grenier¹, Françoise Durand-Dubief^{1,2}, François Cotton^{1,3}, Michaël Sdika¹.

¹ CREATIS, Univ Lyon, INSA-Lyon, Univ. Lyon 1, CNRS UMR 5220, Inserm U1294, Univ. St-Etienne, Lyon.

² Service de Neurologie, Hôpital Neurologique, Hospices Civils de Lyon, Bron.

³ Service de Radiologie, Centre Hospitalier Lyon-Sud, Hospices Civils de Lyon, Pierre-Bénite.

<https://dx.doi.org/10.1109/TMI.2023.3282789>

<https://hal.science/hal-04110698v2>

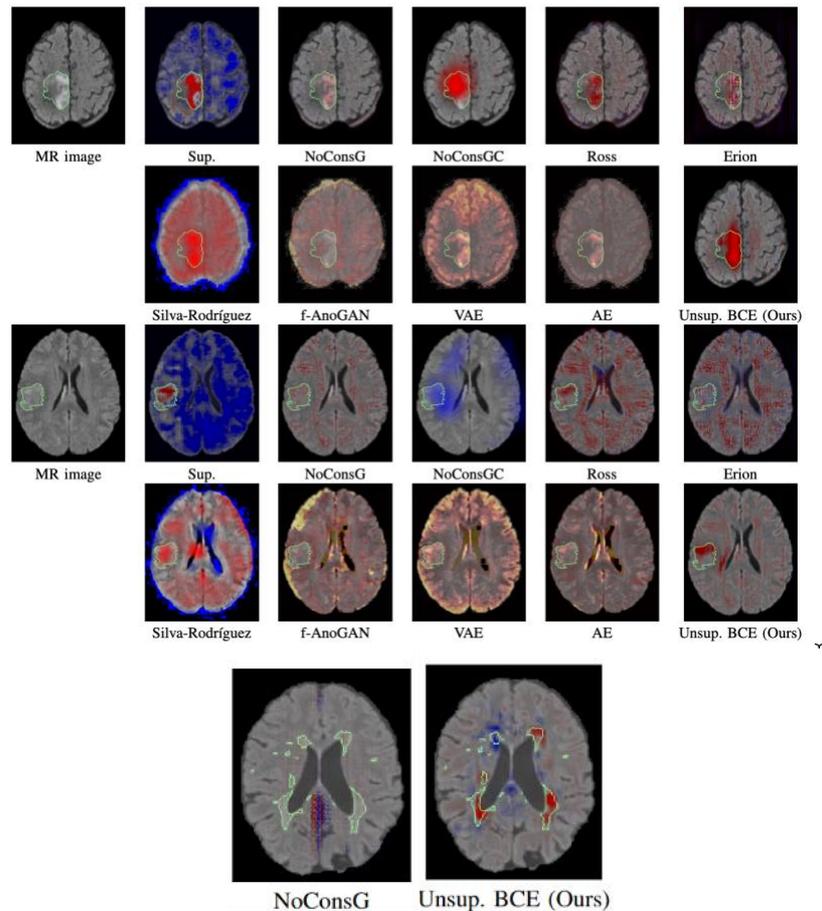
Le manque d'interprétabilité de l'apprentissage profond entrave son utilisation en médecine qui exige la transparence des décisions. Par exemple, un modèle de classification (sain versus pathologique) devrait s'appuyer sur des marqueurs radiologiques et non sur des biais potentiels de la base de données d'apprentissage.

Dans cet article, nous proposons une nouvelle méthode faiblement supervisée pour une classification (sain/pathologique) interprétable et pour la détection d'anomalies. Une nouvelle fonction de perte est ajoutée à un modèle de classification standard pour contraindre chaque voxel (des images saines) à orienter la décision du réseau vers la classe saine selon des attributions fondées sur le gradient. Cette contrainte révèle des structures pathologiques pour les images de patients, permettant leur segmentation non supervisée. Nous proposons également une combinaison d'attributions au cours de l'entraînement contraint, ce qui rend le modèle plus robuste. Notre approche a été évaluée sur deux pathologies cérébrales, en cancérologie et en sclérose en plaques. Cette nouvelle contrainte fournit une classification plus pertinente, avec une décision plus orientée vers la pathologie.

Trois jeux de données publics FLAIR IRM ont été utilisés pour les images « saines » : MPI, kirby21 et IBC. Les images de tumeurs cérébrales proviennent de BraTS 2019 et 2020. MICCAI MSSEG 2016 et le jeu de données OFSEP/EDMUS1 de l'Observatoire français de la sclérose en plaques ont été utilisés pour les images de sclérose en plaques. Les images ont été acquises dans différents centres avec des scanners de divers constructeurs de 1,5T et 3T.

En comparaison avec de nombreuses méthodes, notre méthode s'avère la plus cohérente avec les a priori clinique. Pour la détection d'anomalies, la méthode proposée surpasse l'état de l'art, en particulier sur la tâche difficile de segmentation des lésions de sclérose en plaques.

Notre réseau a été implémenté avec Pytorch. [Le code source est disponible.](#)



Cartes d'attributions du classifieur entraîné de manière classique (NoConsG) ou avec notre contrainte faiblement supervisée (Unsup BCE (ours)) sur des images de sujets ou avec une tumeur cérébrale avec l'illustration de l'ensemble des méthodes (en haut ; image IRM, supervisée, avec huit autres méthodes, NoConsG, NoConsGC, Ross, Erion, Silva-Rodríguez, f-AnoGAN, VAE, AE) ou atteints de sclérose en plaques illustrés ici avec deux méthodes (en bas). L'annotation manuelle est dessinée en vert, les zones rouges font pencher la décision du réseau vers la classe "pathologie", les zones bleues, vers la classe "sain". On peut voir que notre contrainte va induire une concentration du gradient beaucoup plus forte sur les lésions ou les tumeurs même si aucune information sur les lésions n'a été fournie pendant l'apprentissage.

Directeur de publication : Olivier Beuf.

CREATIS © 2023

S'inscrire / Se désinscrire :

<https://www.creatis.insa-lyon.fr/mailman/listinfo/newsletter>

Courriel : communication@creatis.insa-lyon.fr

Adresse : CREATIS (Direction)- Site INSA

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