

UNIVERSITE DE STRASBOURG
FACULTÉ DE MÉDECINE, MAÏEUTIQUE ET SCIENCES DE LA SANTÉ DE
STRASBOURG

ANNÉE : 2024

N° 266

THÈSE

**PRÉSENTÉE POUR LE DIPLÔME DE
DOCTEUR EN MÉDECINE**

Diplôme d'État

D.E.S de Radiologie et Imagerie médicale

PAR

Laurent Aimé Philippe BRANDHUBER

Né le 16/07/1994 à Colmar

**Cartographie du T1 et du T2 appliquée à la pathologie rénale tumorale en
IRM 3 Teslas**

Président de thèse : Professeur Guillaume BIERRY

Directrice de thèse : Professeur Catherine ROY

UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTÉ DE MÉDECINE, MAÏEUTIQUE ET SCIENCES DE LA SANTÉ DE
STRASBOURG

ANNÉE : 2024

N° 266

THÈSE

**PRÉSENTÉE POUR LE DIPLÔME DE
DOCTEUR EN MÉDECINE**

Diplôme d'État

D.E.S de Radiologie et Imagerie médicale

PAR

Laurent Aimé Philippe BRANDHUBER

Né le 16/07/1994 à Colmar

**Cartographie du T1 et du T2 appliquée à la pathologie rénale tumorale en
IRM 3 Teslas**

Président de thèse : Professeur Guillaume BIERRY

Directrice de thèse : Professeur Catherine ROY



FACULTÉ DE MÉDECINE, MAÏEUTIQUE ET SCIENCES DE LA SANTÉ

Édition SEPTEMBRE 2023
Année universitaire 2023-2024

• Président de l'Université	M. DENZEN Michel
• Doyen de la Faculté	M. SIBLIA Jean
• Première Vice Doyenne de la Faculté	Mme CHARLOUX Anne
• Doyens honoraires :	M. MANTZ Jean-Marie
(1983-1990)	M. VINCENDON Guy
(1990-1994)	M. GERLINGER Pierre
(1994-2001)	M. LUCES Bertrand
(2001-2011)	
• Chargé de mission auprès du Doyen	M. VICENTE Gilbert
• Responsable Administratif	M. STEEGMANN Geoffrey



HORTAUX UNIVERSITAIRES
DE STRASBOURG (HUS)
Directeur général : N.L.

A1 - PROFESSEUR TITULAIRE DU COLLEGE DE FRANCE

MANDEL Jean-Louis Chaire "Génétique humaine" (à compter du 01.11.2005)

A2 - MEMBRE SENIOR A L'INSTITUT UNIVERSITAIRE DE FRANCE (I.U.F.)

BAHRAM Séïmak Immunologie biologique
DOLLFUS Hélène Génétique clinique

A3 - PROFESSEUR(E)S DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS (DU-PH)

NOM et Prénoms	OS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
ADAM Philippe	NRP0 OS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Hospitalisation des Urgences de Traumatologie / HP	60.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
ADDED Pietro	NRP0 OS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Serv. de chirurgie générale, hépatique et endocrinienne et Transplantation/HP	63.02 Chirurgie générale
AKLADIOS Charif	NRP0 OS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / HP	64.03 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale Option : Gynécologie-Obstétrique
ANDRES Emmanuel	RP0 OS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRVED) - Service de Médecine Interne, Diabète et Maladies métaboliques/MD	63.01 Option : médecine interne
ANHEIM Mathieu	NRP0 NOS	• Pôle Tête et Dou-CE2D - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre	45.01 Neurologie
Mme ANTAL Maria Cristina	NRP0 OS	• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre • Institut d'Histologie / Faculté de Médecine	42.02 Histologie, Embryologie et Cytogénétique (option biologique)
Mme ANTONI Delphine	NRP0	• Pôle d'imagerie - Service de Radiothérapie / IDANS	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie
ARNAUD Laurent	NRP0 NOS	• Pôle MIRVED - Service de Rhumatologie / Hôpital de Hautepierre	60.01 Rhumatologie
BACHELLIER Philippe	RP0 OS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Serv. de chirurgie générale, hépatique et endocrinienne et Transplantation/HP	63.02 Chirurgie générale
BAHRAM Séïmak	NRP0 OS	• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil - Institut d'Hématologie et d'Immunologie / Hôpital Civil / Faculté	47.03 Immunologie (option biologique)
BAUMERT Thomas	NRP0 OS	• Pôle Hépato-digestif de l'Hôpital Civil - Institut de Recherche sur les Maladies virales et hépatiques/Fac	62.01 Gastro-entérologie ; hépatologie Option : hépatologie
Mme BEAU-FALLER Michèle	NRP0 NOS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.03 Biologie cellulaire (option biologique)
BEAUJEUX Rémy	NRP0 OS	• Pôle d'imagerie - DME / Activités transversales • Unité de Neuroradiologie interventionnelle / Hôpital de Hautepierre	43.02 Radiologie et Imagerie médicale (option clinique)
BERNA Fabrice	NRP0 OS	• Pôle de Psychiatrie, Santé mentale et Addictologie - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil	45.03 Psychiatrie d'adultes ; Addictologie Option : Psychiatrie d'Adultes
BERTSCHY Gilles	RP0 OS	• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie II / Hôpital Civil	45.03 Psychiatrie d'adultes
BIERRY Guillaume	NRP0 NOS	• Pôle d'imagerie - Service d'imagerie II - Neuroradiologie-imagerie ostéoarticulaire-Pédiatrie/HP	43.02 Radiologie et Imagerie médicale (option clinique)
BILBAULT Pascal	RP0 OS	• Pôle d'Urgences / Réanimations médicales / SAP - Service des Urgences médico-chirurgicales Adultes / HP	48.02 Réanimation ; Médecine d'urgence Option : médecine d'urgence
BLAND Frédéric	NRP0 NOS	• Pôle de Gériatrie - Service Evaluation - Gériatrie - Hôpital de la Roberteau	63.01 Médecine interne ; addictologie Option : gériatrie et biologie du vieillissement
BODIN Frédéric	NRP0 NOS	• Pôle de Chirurgie Maxillo-faciale, morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Plastique et maxillo-faciale / Hôpital Civil	60.04 Chirurgie Plastique, Reconstructrice et Esthétique ; Otolologie
BONNEMAIS Laurent	NRP0 NOS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie 1 - Hôpital de Hautepierre	64.01 Pédiatrie
BONNOMET François	NRP0 OS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Orthopédie-Traumatologie du Membre inférieur / HP	60.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
BOURDIER Tristan	NRP0 NOS	• Pôle de spécialités médicales-Ophthalmologie / SMD - Service d'Ophthalmologie / Nouvel Hôpital Civil	66.02 Ophthalmologie

NOM et Prénom	CS ²	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
BOURGIN Fabrice	NRP0 CS	• Pôle Tête et Cou - CETO - Service de Neurologie - Unité du Sommeil / Hôpital Civil	45.01 Neurologie
Mme BRIGAND Cécile	NRP0 N05	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	63.02 Chirurgie générale
BRUANT-RODIER Catherine	NRP0 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie Plastique et Maxillo-faciale / HP	60.04 Option : chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique
Mme DAILLARD-DHLMANN Sophie	NRP0 N05	• Pôle de spécialités médicales-Ophthalmologie / SMO - Service de Néphrologie-Dialyse et Transplantation / NMO	62.03 Néphrologie
DASTELAIN Vincent	NRP0 N05	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Hôpital de Hautepierre	45.02 Réanimation
Mme DEBULA Hélène	NRP0 N05	• Pôle Tête-Cou - Service de Neurochirurgie / HP	45.02 Neurochirurgie
DHAKFE Nabîl	NRP0 CS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Serv. de Chirurgie vasculaire et de transplantation rénale / NMO	61.04 Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire Option : chirurgie vasculaire
CHARLES Yann-Philippe	NRP0 N05	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie du rachis / Chirurgie B / MO	60.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mme CHARLOUX Anna	NRP0 N05	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NMO	44.02 Physiologie (option biologique)
Mme CHARBIOT Anna	NRP0 N05	• Pôle Tête et Cou - CETO - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP	66.01 Oto-rhino-laryngologie
Mme CHENARD-NEU Marie-Pierre	NRP0 CS	• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre	42.03 Anatomie et cytologie pathologiques (option biologique)
DLAVERT Philippe	NRP0 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Orthopédie-Traumatologie du Membre supérieur / HP	42.01 Anatomie (option clinique, orthopédie traumatologique)
DOLLANGE Olivier	NRP0 N05	• Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésiologie-Réanimation Chirurgicale / NMO	45.01 Anesthésiologie-Réanimation ; Méd. d'urgence (opt. Anesthésiologie-Réanimation - Type clinique)
DOLLONGUES Nicolas	NRP0 N05	• Pôle Tête et Cou-CETO - Centre d'Investigation Clinique / NMO et HP	45.01 Neurologie
DRIBIER Bernard	NRP0 CS	• Pôle d'Urologie, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	60.03 Dermato-Vénérologie
de BLAY de GAIX Frédéric	SP0 CS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil	61.01 Pneumologie
de SEZE Jérôme	NRP0 CS	• Pôle Tête et Cou - CETO - Centre d'Investigation Clinique (CIC) - AXE / Hôpital de Hautepierre	45.01 Neurologie
DEBRY Christian	SP0 CS	• Pôle Tête et Cou - CETO - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP	66.01 Oto-rhino-laryngologie
DERUELLE Philippe	SP0 N05	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / Hôpital de Hautepierre	64.03 Gynécologie-Obstétrique; gynécologie médicale; option gynécologie-obstétrique
Mme DOLLFUS-WALTMANN Hélène	NRP0 CS	• Pôle de Biologie - Service de Génétique Médicale / Hôpital de Hautepierre	47.04 Génétique (type clinique)
DHUNGER Matthieu	NRP0 N05	• Pôle de l'Appareil Locomoteur - Service d'Orthopédie-Traumatologie du membre inférieur / HP	60.02 Chirurgie Orthopédique et Traumatologique
Mme ENZI-WERLE Natacha	NRP0 N05	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie II / Hôpital de Hautepierre	64.01 Pédiatrie
Mme FADDA Sybille	NRP0 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie de la Main - SOS Main / Hôpital de Hautepierre	60.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mme FAFI-KREMER Samira	NRP0 CS	• Pôle de Biologie - Laboratoire (Institut) de Virologie / PTH HUS et Faculté	46.01 Bactériologie-Virologie ; Hygiène Hospitalière Option Bactériologie-Virologie biologique
FAITOT François	NRP0 N05	• Pôle de Pathologie digestives, hépatiques et de la transplantation - Serv. de chirurgie générale, hépatique et endocrinienne et Transplantation / HP	63.02 Chirurgie générale
FALDOI Pierre-Emmanuel	NRP0 N05	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Chirurgie Thoracique / Nouvel Hôpital Civil	61.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
FORNEKER Luc-Matthieu	NRP0 N05	• Pôle d'Onco-Hématologie - Service d'hématologie / ICANS	47.01 Hématologie; Transfusion Option : Hématologie
FOUCHER Jack	NRP0 N05	• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil	45.03 Psychiatrie d'adultes
GALLIX Benoît	N05	• IMU - Institut Hospitalo-Universitaire - Hôpital Civil	43.02 Radiologie et imagerie médicale
GANGI Aféhin	SP0 CS	• Pôle d'imagerie - Service d'imagerie A interventionnelle / Nouvel Hôpital Civil	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
GARNON Julien	NRP0 N05	• Pôle d'imagerie - Service d'imagerie A interventionnelle / Nouvel Hôpital Civil	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
GAUCHER David	NRP0 N05	• Pôle des spécialités Médicales - Ophthalmologie / SMO - Service d'Ophthalmologie / Nouvel Hôpital Civil	66.02 Ophthalmologie
GENY Bernard	NRP0 CS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NMO	44.02 Physiologie (option biologique)
GEORG Yannick	NRP0 N05	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Serv. de Chirurgie Vasculaire et de transplantation rénale / NMO	61.04 Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire/ Option : chirurgie vasculaire
GIOQUEL Philippe	NRP0 CS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie Pédiatrique / Hôpital de Hautepierre	64.02 Chirurgie infantile
GOCHOT Bernard	NRP0 CS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Médecine interne et de nutrition / HP	64.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
Mme GONZALEZ Maria	NRP0 CS	• Pôle de santé publique et santé au travail - Service de Pathologie Professionnelle et Médecine du Travail/ MO	46.02 Médecine et santé au travail

NOM et Prénoms	CS ⁰	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
GOTTENBERG Jacques-Eric	NRP ⁰ CS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital Hautepierre	60.01 Rhumatologie
HANSMANN Yves	RP ⁰ NOB	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service des Maladies Infectieuses et tropicales / NHO	46.03 Option : Maladies infectieuses
Mme HELMS Julie	NRP ⁰ NOB	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation Médicale / Nouvel Hôpital Civil	48.02 Médecine Intensive-Réanimation
HIRSCH Edouard	NRP ⁰ NOB	• Pôle Tête et Cou - OCTO - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre	45.01 Neurologie
IMPERIALE Alessio	NRP ⁰ NOB	• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire / IDANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
ISNER-HOROBETI Marie-Eve	RP ⁰ CS	• Pôle de Médecine Physique et de Réadaptation - Institut Universitaire de Réadaptation / Clémenceau	45.06 Médecine Physique et Réadaptation
JAULHAD Benoît	NRP ⁰ CS	• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM MUS et Faculté	46.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
Mme JEANDIER Nathalie	NRP ⁰ CS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service d'Endocrinologie, diabète et nutrition / HO	64.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
Mme JESSEL-MOREL Laurence	NRP ⁰ NOB	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	61.02 Cardiologie
KALTENBACH Georges	RP ⁰ CS	• Pôle de Gériatrie - Service de Médecine Interne - Gériatrie / Hôpital de la Roberteau - Secteur Evaluation - Gériatrie / Hôpital de la Roberteau	63.01 Option : gériatrie et biologie du vieillissement
Mme KESSLER Laurence	NRP ⁰ NOB	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service d'Endocrinologie, Diabète, Nutrition et Addictologie/ Méd. B / HO	64.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
KESSLER Romain	NRP ⁰ NOB	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil	61.01 Pneumologie
KINDO Michel	NRP ⁰ NOB	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie Cardio-vasculaire / Nouvel Hôpital Civil	61.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
Mme KORGANOW Anne-Sophie	NRP ⁰ CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne et d'Immunologie Clinique / NHO	47.03 Immunologie (option clinique)
KREMER Stéphane	NRP ⁰ CS	• Pôle d'Imagerie - Service Imagerie II - Neuroradiologie Départementaire - Pédiatrie / HP	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
KUHN Pierre	NRP ⁰ CS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Néonatalogie et Réanimation néonatale (Pédiatrie I)(HP)	64.01 Pédiatrie
KURTZ Jean-Emmanuel	RP ⁰ NOB	• Pôle d'Onco-Hématologie - Service d'hématologie / IDANS	47.02 Option : Cancérologie (clinique)
Mme LALANNE Laurence	NRP ⁰ CS	• Pôle de Psychiatrie, santé mentale et Addictologie - Service d'Addictologie / Hôpital Civil	45.03 Psychiatrie d'adultes ; Addictologie (Option : Addictologie)
LANG Hervé	NRP ⁰ NOB	• Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Urologique / Nouvel Hôpital Civil	62.04 Urologie
LAUGEL Vincent	RP ⁰ CS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie 1 / Hôpital de Hautepierre	64.01 Pédiatrie
Mme LEJAY Anne	NRP ⁰ NOB	• Pôle d'activité médico-chirurgicale cardiovasculaire - Service de Chirurgie vasculaire et de Transplantation rénale / NHO	61.04 Option : Chirurgie vasculaire
LE MINOR Jean-Marie	NRP ⁰ NOB	• Pôle d'Imagerie - Institut d'Anatomie Normale / Faculté de Médecine - Service de Neuroradiologie, d'Imagerie Départementaire et Interventionnelle/HP	42.01 Anatomie
LESSINGER Jean-Marc	RP ⁰ CS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie générale et spécialisée / LBGS / NHO - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / Hautepierre	62.00 Sciences Biologiques de Pharmacie
LIPSKER Dan	NRP ⁰ NOB	• Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	60.03 Dermato-vénéréologie
LIVERNEAUX Philippe	RP ⁰ NOB	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie de la Main - SOS Main / Hôpital de Hautepierre	60.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
MALDUF Gabriel	NRP ⁰ NOB	• Pôle d'Onco-hématologie - Service d'Oncologie médicale / IDANS	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie
MARTIN Thierry	NRP ⁰ NOB	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne et d'Immunologie Clinique / NHO	47.03 Immunologie (option clinique)
Mme MASOULX Odéine	NRP ⁰ NOB	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil	61.01 Pneumologie ; Addictologie
Mme MATHÉJUN Carole	NRP ⁰ CS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Unité de Sénologie / IDANS	64.03 Gynécologie-Obstétrique ; Gynécologie Médicale
MAUVEUX Laurent	NRP ⁰ CS	• Pôle d'Onco-Hématologie - Laboratoire d'Hématologie Biologique - Hôpital de Hautepierre - Institut d'Hématologie / Faculté de Médecine	47.01 Hématologie ; Transfusion Option Hématologie Biologique

NOM et Prénoms	CS [®]	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
MAZZUCOTELLI Jean-Philippe	NRP0 CS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie Cardio-vasculaire / Nouvel Hôpital Civil	51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
MENARD Didier	NRP0 NS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale (PTM HUS)	46.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
MERTES Paul-Michel	RP0 CS	• Pôle d'Anesthésiologie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésiologie-Réanimation chirurgicale / NHO	48.01 Option : Anesthésiologie-Réanimation (type mixte)
MEYER Alain	NRP0 NS	• Institut de Physiologie / Faculté de Médecine • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHO	44.02 Physiologie (option biologique)
MEYER Nicolas	NRP0 NS	• Pôle de santé publique et Santé au travail - Laboratoire de Biostatistiques / Hôpital Civil • Biostatistiques et Informatique / Faculté de médecine / Hôpital Civil	46.04 Biostatistiques, Informatique Médicale et Technologies de Communication (option biologique)
MEZIANI Farhat	NRP0 CS	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipaléon - Service de Réanimation Médicale / Nouvel Hôpital Civil	48.02 Réanimation
MONASSIER Laurent	NRP0 CS	• Pôle de Pharmacie-pharmacologie - Labo. de Neurobiologie et Pharmacologie cardio-vasculaire- EA7256/ Fac	48.03 Option : Pharmacologie fondamentale
MOREL Olivier	NRP0 NS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
MUTTER Didier	RP0 NS	• Pôle Hépato-digestif de l'Hôpital Civil - Service de Chirurgie Viscérale et Digestive / NHO	52.02 Chirurgie digestive
NAMER Izzi Jacques	NRP0 CS	• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire / IDANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
NOEL Georges	NRP0 NS	• Pôle d'Imagerie - Service de radiothérapie / IDANS	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option Radiothérapie biologique
NOEL Eric	NRP0 NS	• Pôle d'Anesthésie Réanimation Chirurgicale SAMU-SMUR - Service Anesthésiologie et de Réanimation Chirurgicale - HP	48.01 Anesthésiologie-Réanimation
OHANA Mickaël	NRP0 NS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie B - Imagerie viscérale et cardio-vasculaire / NHO	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
OHLMANN Patrick	RP0 CS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
Mme OLLAND Anne	NRP0 NS	• Pôle de Pathologie Thoracique - Service de Chirurgie thoracique / Nouvel Hôpital Civil	51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
Mme PAILLARD Catherine	NRP0 CS	• Pôle médico-chirurgicale de Pédiatrie - Service de Pédiatrie III / Hôpital de Hautepierre	54.01 Pédiatrie
RELACCIA Thierry	NRP0 NS	• Pôle d'Anesthésie / Réanimation chirurgicales / SAMU-SMUR - Centre de formation et de recherche en pédagogie des sciences de la santé / Faculté	48.06 Réanimation ; Médecine d'urgence Option : Médecine d'urgences
Mme PERRETTA Silvana	NRP0 NS	• Pôle Hépato-digestif de l'Hôpital Civil - Service de Chirurgie Viscérale et Digestive / Nouvel Hôpital Civil	52.02 Chirurgie digestive
PESSAUX Patrick	NRP0 CS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie Viscérale et Digestive / Nouvel Hôpital Civil	52.02 Chirurgie Digestive
PETIT Thierry	CCp	• IDANS - Département de médecine oncologique	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie Clinique
PIVOT Xavier	NRP0 NS	• IDANS - Département de médecine oncologique	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie Clinique
POTTECHER Julien	NRP0 CS	• Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésie et de Réanimation Chirurgicale / Hautepierre	48.01 Anesthésiologie-réanimation ; Médecine d'urgence (option clinique)
PRADIGNAC Alain	NRP0 NS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Médecine Interne et nutrition / Hôpital de Hautepierre	44.04 Nutrition
PROUST François	NRP0 CS	• Pôle Tête et Cou - Service de Neurochirurgie / Hôpital de Hautepierre	45.02 Neurochirurgie
RAUL Jean-Sébastien	NRP0 CS	• Pôle de Biologie - Service de Médecine Légale, Consultation d'Urgences médico-judiciaires et Laboratoire de Toxicologie / Faculté et NHO • Institut de Médecine Légale / Faculté de Médecine	46.03 Médecine Légale et droit de la santé
REIMUND Jean-Marie	NRP0 NS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service d'Hépto-Gastro-Entérologie et d'Assistance Nutritive / HP	52.01 Option : Gastro-entérologie
RIOU Roméo	NRP0 NS	• Pôle de Biologie - Département Biologie du développement et cellules souches / IGEMO	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
ROHR Serge	NRP0 CS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
ROMAIN Benoît	NRP0 NS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
Mme ROBBIGNOL-BERNARD Sylvie	NRP0 NS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie I / Hôpital de Hautepierre	54.01 Pédiatrie
Mme ROY Catherine	NRP0 CS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie B - Imagerie viscérale et cardio-vasculaire / NHO	43.02 Radiologie et imagerie médicale (opt. clinique)
SANANES Nicolas	NRP0 NS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / HP	54.03 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale Option : Gynécologie-Obstétrique

NOM et Prénoms	CS ⁰	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
SAUER Annau	NRP ⁰	• Pôle de spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO	66.02 Ophtalmologie
	NS	- Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil	
SAULEAU Erik-André	NRP ⁰	• Pôle de Santé publique et Santé au travail	46.04 Biostatistiques, Informatique médicale et Technologies de Communication (option biologique)
	NS	- Service de Santé Publique / Hôpital Civil • Biostatistiques et Informatique / Faculté de médecine / HD	
SAUSSINE Christian	RP ⁰	• Pôle d'Urologie, Morphologie et Dermatologie	62.04 Urologie
	CS	- Service de Chirurgie Urologique / Nouvel Hôpital Civil	
Mme SCHATZ Claude	NRP ⁰	• Pôle de spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO	66.02 Ophtalmologie
	CS	- Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil	
Mme SCHLUTH-BOLARD Caroline	NRP ⁰	• Pôle de Biologie	47.04 Génétique (option biologique)
	NS	- Laboratoire de Diagnostic Génétique / Nouvel Hôpital Civil	
SCHNEIDER Francis	NRP ⁰	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison	48.02 Réanimation
	CS	- Service de Réanimation médicale / Hôpital de Hautepierre	
Mme SCHRÖDER Carmen	NRP ⁰	• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale	49.04 Pédo-psychiatrie / Addictologie
	CS	- Service de Psychothérapie pour Enfants et Adolescents / HD	
SCHULTZ Philippe	NRP ⁰	• Pôle Tête et Cou - CETO	66.01 Oto-rhino-laryngologie
	NS	- Service d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP	
SERFATY Lawrence	NRP ⁰	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation	62.01 Gastro-entérologie / Hépatologie / Addictologie Option : Hépatologie
	CS	- Service d'Hépatogastro-entérologie et d'Assistance Nutritive/HP	
SIBLIA Jean	NRP ⁰	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MINED)	60.01 Rhumatologie
	NS	- Service de Rhumatologie / Hôpital de Hautepierre	
STEPHAN Dominique	NRP ⁰	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire	61.04 Option : Médecine vasculaire
	CS	- Service des Maladies vasculaires-HTA-Pharmacologie clinique/NHO	
Mme TALON Isabelle	NRP ⁰	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie	64.02 Chirurgie infantile
	NS	- Service de Chirurgie Pédiatrique / Hôpital de Hautepierre	
TELETIN Marius	NRP ⁰	• Pôle de Biologie	64.06 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique)
	NS	- Service de Biologie de la Reproduction / OMOD Schiltigheim	
Mme TRANCHANT Christine	NRP ⁰	• Pôle Tête et Cou - CETO	49.01 Neurologie
	CS	- Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre	
VEILLON Francis	NRP ⁰	• Pôle d'Imagerie	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
	CS	- Service d'Imagerie 1 - Imagerie viscérale, ORL et mammaire / HP	
VELTEN Michel	NRP ⁰	• Pôle de Santé publique et Santé au travail	46.01 Épidémiologie, économie de la santé et prévention (option biologique)
	NS	- Département de Santé Publique / Secteur 3 - Épidémiologie et Economie de la Santé / Hôpital Civil • Laboratoire d'Épidémiologie et de santé publique / HD / Faculté	
VIDALHET Pierre	NRP ⁰	• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale	49.03 Psychiatrie d'adultes
	CS	- Service de Psychiatrie d'Urgences, de liaison et de Psychotraumatologie / Hôpital Civil	
VIVILLE Stéphane	NRP ⁰	• Pôle de Biologie	64.06 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique)
	NS	- Laboratoire de Parasitologie et de Pathologies tropicales / Faculté	
VOGEL Thomas	NRP ⁰	• Pôle de Gériatrie	61.01 Option : Gériatrie et biologie du vieillissement
	CS	- Service de soins de suite et réadaptation gériatrique/Hôpital de la Roberteau	
WEBER Jean-Christophe Pierre	NRP ⁰	• Pôle de spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO	63.01 Option : Médecine Interne
	CS	- Service de Médecine Interne / Nouvel Hôpital Civil	
WOLF Philippe	NRP ⁰	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation	62.02 Chirurgie générale
	NS	- Service de Chirurgie Générale et de Transplantations multiorganes / HP - Coordonnateur des activités de prélèvements et transplantations des HU	
Mme WOLFF Valérie	NRP ⁰	• Pôle Tête et Cou	49.01 Neurologie
	CS	- Unité Neurovasculaire / Hôpital de Hautepierre	

HO : Hôpital Civil - HP : Hôpital de Hautepierre - NHO : Nouvel Hôpital Civil - PTM : Plateau technique de microbiologie

⁰ : CS (Chef de service) ou NS (Non Chef de service hospitalier) - Dep : Chef de service par intérim - OSp : Chef de service provisoire (un an)

OU : Chef d'unité fonctionnelle

P⁰ : Pôle RP⁰ (Responsable de Pôle) ou NRP⁰ (Non Responsable de Pôle)

Cons. : Consultanat hospitalier (poursuite des fonctions hospitalières sans chefferie de service)

Dir : Directeur

A4 – PROFESSEUR ASSOCIÉ DES UNIVERSITÉS

NOM et Prénoms	CS ⁰	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
DALVEL Laurent	NRP ⁰	• Pôle spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO	46.06 Médecine palliative
	CS	- Service de Soins palliatifs / NHO	
HABERMETZER François	CS	• Pôle Hépatogastro-digestif	62.02 Gastro-Entérologie
		- Service de Gastro-Entérologie - NHO	
SALVAT Eric	CS	• Pôle Tête-Cou	48.04 Thérapeutique, Médecine de la douleur, Addictologie
		- Centre d'Évaluation et de Traitement de la Douleur / HP	

B1 - MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS (MCU-PH)

NOM et Prénoms	CS ⁰	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
AGIN Arnaud		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine nucléaire et Imagerie Moléculaire / IDANS	43.01 Biophysique et Médecine nucléaire
Mme AYMÉ-DIETROH Estelle		• Pôle de Pharmacologie - Unité de Pharmacologie clinique / Faculté de Médecine	45.03 Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie Option : pharmacologie fondamentale
BAHOUÏNE Thibault		• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service d'Endocrinologie, Diabète et Maladies métaboliques / HD	63.01 Option : médecine interne
BECKER Guillaume		• Pôle de Pharmacologie - Unité de Pharmacologie clinique / Faculté de Médecine	45.03 Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
BENVTMANS Ilies		• Pôle de spécialités médicales-Ophthalmologie / SMD - Service de Néphrologie-Transplantation / NHD	62.03 Néphrologie
Mme BIANDALANA Valérie		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic Génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique (option biologique)
BLONDET Cyrille		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine nucléaire et Imagerie Moléculaire / IDANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire (option clinique)
Mme BOICHARD Amélie		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
BOUSIGES Olivier		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
BOYER Pierre		• Pôle de Biologie - Institut de Bactériologie / Faculté de Médecine	46.01 Bactériologie-Virologie ; Hygiène Hospitalière Option Bactériologie-Virologie biologique
Mme BRU Valérie		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale (PTM HUS) • Institut de Parasitologie / Faculté de Médecine	46.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
Mme BUND Caroline		• Pôle d'Imagerie - Service de médecine nucléaire et imagerie moléculaire / IDANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
DARARITO Raphaël		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil	47.03 Immunologie
DAZZATO Roberto		• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A Interventionnelle / NHD	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
DERAINE Jocelyn		• Pôle de Biologie - Département de Biologie structurale intégrative / IGSMO	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie (option biologique)
CHERRIER Thomas		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil	47.03 Immunologie (option biologique)
DHOQUET Philippe		• Pôle d'Imagerie - UFG237 - Imagerie Préclinique / HP	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
OLERE-JEHL Raphaël		• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipolice - Service de Réanimation médicale / Hôpital de Hautepierre	48.02 Réanimation
Mme CORDEAU Elena Mihaela		• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service des Maladies vasculaires-HTA-Pharmacologie clinique / NHD	61.04 Option : Médecine vasculaire
DALI-YOUCHEF Ahmed Nassim		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et Biologie moléculaire / NHD	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
DANION Françoise		• Pôle de spécialités médicales - Ophthalmologie / SMD - Service des Maladies infectieuses et tropicales / NHD	46.03 Option : Maladies infectieuses
DEVIS Didier		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique (option biologique)
Mme DINKELACKER Véronique		• Pôle Tête et Cou - CETO - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre	49.01 Neurologie
DOLLÉ Pascal		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et biologie moléculaire / NHD	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
Mme ENACHE Irina		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / IGSMO	44.02 Physiologie
Mme FARRUGIA-JADAMON Audrey		• Pôle de Biologie - Service de Médecine Légale, Consultation d'Urgences médico-judiciaires et Laboratoire de Toxicologie / Faculté et HD • Institut de Médecine Légale / Faculté de Médecine	46.03 Médecine Légale et droit de la santé
FELTEN Renaud		• Pôle Tête et Cou - CETO - Centre d'Investigation Clinique (CIC) - AXG / Hôpital de Hautepierre	49.04 Thérapeutique, Médecine de la douleur, Addictologie
FILIBETTI Denis	08	• Pôle de Biologie - Labo. de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS et Faculté	46.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
GANTNER Pierre		• Pôle de Biologie - Laboratoire (Institut) de Virologie / PTM HUS et Faculté	46.01 Bactériologie-Virologie ; Hygiène Hospitalière Option Bactériologie-Virologie biologique
GIANNINI Margherita		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHD	44.02 Physiologie (option biologique)
GIES Vincent		• Pôle de spécialités médicales - Ophthalmologie / SMD - Service de Médecine Interne et d'Immunologie Clinique / NHD	47.03 Immunologie (option clinique)
GRILLON Antoine		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	46.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
QUERIN Eric		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.03 Biologie cellulaire (option biologique)
GUFFROY Aurélien		• Pôle de spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine interne et d'immunologie clinique / NHO	47.03 Immunologie (option clinique)
Mme HARSAN-BASTI Laura		• Pôle d'imagerie - Service de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire / IDANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
HUBBLE Fabrice		• Pôle d'imagerie - Service de Médecine nucléaire et Imagerie Moléculaire / IDANS - Service de Biophysique et de Médecine Nucléaire / NHO	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
KASTNER Philippe		• Pôle de Biologie - Département Génomique fonctionnelle et cancer / IGBMO	47.04 Génétique (option biologique)
Mme KEMMEL Véronique		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
KOCH Guillaume		- Institut d'Anatomie Normale / Faculté de Médecine	42.01 Anatomie (Option clinique)
Mme KRASNY-PADINI Agata		• Pôle de Médecine Physique et de Réadaptation - Institut Universitaire de Réadaptation / Clémenceau	45.06 Médecine Physique et Réadaptation
Mme LAMOUR Valérie		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
Mme LANNES Béatrice		• Institut d'Histologie / Faculté de Médecine • Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre	42.02 Histologie, Embryologie et Cytogénétique (option biologique)
LAVALUX Thomas		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.03 Biologie cellulaire
LEODINTRE Lise		• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / Hôpital de Hautepierre	54.03 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale Option : Gynécologie-obstétrique
LENDORMAND Océric		• Pôle de Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	50.03 Dermato-Vénérologie
LHERMITTE Benoît		• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre	42.03 Anatomie et cytologie pathologiques
LUTZ Jean-Christophe		• Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Plastique et Maxillo-faciale / Hôpital Civil	55.03 Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
MIQUET Laurent		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'hématologie biologique / Hôpital de Hautepierre et NHO	44.03 Biologie cellulaire (type mixte : biologique)
Mme MOUTOU Céline ép. GUNTHER	CS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic préimplantatoire / OMCO Schillingheim	54.06 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique)
MULLER Jean		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique (option biologique)
Mme NICOLAE Alina		• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre	42.03 Anatomie et Cytologie Pathologiques (Option Clinique)
Mme NCURRY Nathalie		• Pôle de Santé publique et Santé au travail - Service de Pathologie professionnelle et de Médecine du travail / HO	46.02 Médecine et Santé au Travail (option clinique)
PFAFF Alexander		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale (PTM MUS)	46.02 Parasitologie et mycologie
Mme PITON Amélie		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / NHO	47.04 Génétique (option biologique)
POP Raoul		• Pôle d'imagerie - Unité de Neuroradiologie interventionnelle / Hôpital de Hautepierre	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
PREVOST Gilles		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM MUS et Faculté	46.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
Mme RADOSAVLJEVIC Mirjana		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil	47.03 Immunologie (option biologique)
Mme REX Nathalie		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et Biologie moléculaire / NHO - Service de Chirurgie / IDANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
Mme RICH Marianna		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et explorations fonctionnelles / NHO	44.02 Physiologie (option clinique)
Mme ROLLAND Delphine		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'hématologie biologique / Hôpital de Hautepierre	47.01 Hématologie ; transfusion (type mixte : Hématologie)
Mme ROLLING Julie		• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service Psychothérapeutique pour Enfants et Adolescents / HO	45.04 Pédiopsychiatrie ; Addictologie
Mme RUPPERT Elisabeth		• Pôle Tête et Cou - Service de Neurologie - Unité de Pathologie du Sommeil / HO	45.01 Neurologie
Mme SABOU Alina		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale (PTM MUS) - Institut de Parasitologie / Faculté de Médecine	46.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
SAVIANO Antonio		• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service d'Hépatogastro-Entérologie / HP	52.01 Gastro-entérologie ; Hépatologie ; Addictologie
Mme SCHEIDCKER Sophie		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique

NOM et Prénom	CS ⁰	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
SCHRAMM Frédéric		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	46.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
Mme SOLB Morgane		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Virologie / Hôpital de Hautepierre	46.01 Bactériologie-Virologie ; hygiène hospitalière Option : Bactériologie-Virologie
Mme SORDET Christelle		• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRVED) - Service de Rhumatologie / Hôpital de Hautepierre	60.01 Rhumatologie
Mme TALAGRAND-REBOUL Emïlie		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	46.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
VALLAT Laurent		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie Biologique - Hôpital de Hautepierre	47.01 Hématologie ; Transfusion Option Hématologie Biologique
Mme VELAY-RUSCH Aurélie		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Virologie / Hôpital Civil	46.01 Bactériologie-Virologie ; Hygiène Hospitalière Option Bactériologie-Virologie biologique
Mme VILLARD Odile		• Pôle de Biologie - Labo. de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS et Fac	46.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
Mme ZALOSZYO Ariane ép. MARDANTON		• Pôle Médico-Chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie / Hôpital de Hautepierre	64.01 Pédiatrie
ZOLL Joffrey		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / HD	44.02 Physiologie (option clinique)

B2 – PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS (monoappartenant)

Pr BONAH Christian P0166	Laboratoire d'Épistémologie des Sciences de la Vie et de la Santé (LESVS) Institut d'Anatomie Pathologique	72.	Épistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
--------------------------	---	-----	---

B3 - MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS (monoappartenant)

Mme CHABRAN Elena	IOUBE-UMR 7367 - Equipe IMS / Faculté de Médecine	65.	Neurosciences
M. DILLENBERGER Jean-Philippe	IOUBE-UMR 7367 - Equipe IMS / Faculté de Médecine	65.	Neurosciences
Mr KESSEL Nils	Laboratoire d'Épistémologie des Sciences de la Vie et de la Santé (LESVS) Institut d'Anatomie Pathologique	72.	Épistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
Mr LANDRE Lionel	IOUBE-UMR 7367 - Equipe IMS / Faculté de Médecine	65.	Neurosciences
Mme MIRALLES Odile	Laboratoire d'Épistémologie des Sciences de la Vie et de la Santé (LESVS) Institut d'Anatomie Pathologique	72.	Épistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
Mme SCARFONE Marianna	Laboratoire d'Épistémologie des Sciences de la Vie et de la Santé (LESVS) Institut d'Anatomie Pathologique	72.	Épistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
Mme THOMAS Marion	Laboratoire d'Épistémologie des Sciences de la Vie et de la Santé (LESVS) Institut d'Anatomie Pathologique	72.	Épistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
Mr VAGNERON Frédéric	Laboratoire d'Épistémologie des Sciences de la Vie et de la Santé (LESVS) Institut d'Anatomie Pathologique	72.	Épistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
Mr ZIMMER Alexis	Laboratoire d'Épistémologie des Sciences de la Vie et de la Santé (LESVS) Institut d'Anatomie Pathologique	72.	Épistémologie - Histoire des sciences et des Techniques

C - ENSEIGNANTS ASSOCIÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

C1 - PROFESSEURS ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE (mi-temps)

Pr Ass. DUMAS Claire
 Pr Ass. GROB-BERTHOU Anne
 Pr Ass. QUILLOU Philippe
 Pr Ass. HILD Philippe
 Pr Ass. ROUGERIE Fabien

C2 - MAITRE DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE - TITULAIRE

Dr CHAMBE Juliette
 Dr LORENZO Mathieu

C3 - MAITRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE (mi-temps)

Dr DELACOUR Chloé
 Dr GIADDAINI Antoine
 Dr HOLLANDER David
 Dr BANDELME Anne-Élisabeth
 Dr SCHMITT Yannick

E - PRATICIENS HOSPITALIERS - CHEFS DE SERVICE NON UNIVERSITAIRES

Mme la Dre DARIUS Sophie	- Permanence d'accès aux soins de santé - La Bouevoie (PASS) / Hôpital Civil
Mme Dre GOURIEUX Bénédicte	- Pôle de Pharmacie-pharmacologie - Service de Pharmacie-Stérilisation / Nouvel Hôpital Civil
Dre GUILBERT Anne-Sophie	- Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Réanimation pédiatrique spécialisée et de surveillance continue / HP
Dr LEFEBVRE Nicolas	- Pôle de Spécialités Médicales - Ophtalmologie - Hygiène (SMO) - Service des Maladies Infectieuses et Tropicales / Nouvel Hôpital Civil
Dr LEPAGE Tristan	- USM (UFSS17) – Unité Médicale de la Maison d'arrêt de Strasbourg
Mme la Dre LICHTBLAU Isabelle	- Pôle de Gynécologie et d'Obstétrique - Laboratoire de Biologie de la Reproduction
Dr NISAND Gabriel	- Pôle de Santé Publique et Santé au travail - Service de Santé Publique - DIM / Hôpital Civil
Dr PIRELLO Olivier	- Pôle de Gynécologie et d'Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / CMOD
Dr REY David	- Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - «Le trait d'union» - Centre de soins de l'infection par le VIH / Nouvel Hôpital Civil
Mme Dre RONDE OUSTEAU Cécile	- Pôle Locomac - Service de Chirurgie Séptique / Hôpital de Hautepierre
Mme Dre RONGIERES Catherine	- Pôle de Gynécologie et d'Obstétrique - Centre Clinico Biologique d'Assistance Médicale à la Procréation / CMOD
Dr TOCHMAKOV Dimitar	- Pôle Médico-Chirurgical de Pédiatrie - Service des Urgences Médico-Chirurgicales pédiatriques / Hôpital de Hautepierre
Dr WACHTER Cédric	- Pôle de Gériatrie - Service de Soins de suite de Longue Durée et d'hébergement gériatrique / EHPAD / Roberteau
Mme Dre WEISS Anne	- Pôle Urgences - SAMU67 - Médecine Intensive et Réanimation - SAMU

F1 - PROFESSEURS ÉMÉRITES

- o **de droit et à vie (membre de l'Institut)**
 DHAMBDN Pierre (Biochimie et biologie moléculaire)
 MANDEL Jean-Louis (Génétique et biologie moléculaire et cellulaire)
- o **pour trois ans (1er septembre 2020 ou 31 août 2023)**
 BELLOUQ Jean-Pierre (Service de Pathologie)
 DANON Jean-Marie (Psychiatrie)
 KOPFERBOHMIT Jacques (Urgences médico-chirurgicales Adultes)
 MULLER André (Centre d'Évaluation et de Traitement de la Douleur)
- o **pour trois ans (1er septembre 2021 ou 31 août 2024)**
 DANON Anne (Pédo-psychiatrie, addictologie)
 DEMUNBOH Pierre (Anesthésiologie et Réanimation chirurgicale)
 HERBERECHT Raoul (Hématologie)
 STEIS Jean-Paul (Chirurgie du rachis)
- o **pour trois ans (1er septembre 2022 ou 31 août 2025)**
 Mme QUOX Elisabeth (Pneumologie)
- o **pour cinq ans (1er septembre 2023 ou 31 août 2028)**
 CHRISTMANN Daniel (Maladies infectieuses et tropicales)
 GRUYER Daniel (Physique biologique)
 HANNEDOUCHE Thierry (Néphrologie)
 KEMPF Jean-François (Chirurgie orthopédique et de la main)
 MOULIN Bruno (Néphrologie)
 RINGET Michel (Endocrinologie)
 ROGUE Patrick (Biochimie et biologie moléculaire)
 ROUL Gérard (Cardiologie)

F2 - PROFESSEUR des UNIVERSITÉS ASSOCIÉ (mi-temps)

M. SOLER Luc ONU-31 IRDAD

F3 - PROFESSEURS CONVENTIONNÉS DE L'UNIVERSITÉ

Pr DETAPPE Alexandre	47-02
Pré LAMOUILLE-CHEVALIER Catherine	46-06
Pr LÉODOUQ Jéhan	45-06
Pr MASTELLI Antoine	45-03
Pr MATSUSHITA Kansuke	61-02
Pr REB Jacques	45-01
Pré RONGIERES Catherine	64-03
Pré SEELIGER Barbara	62-02

G1 - PROFESSEURS HONORAIRES

AOLFF Michel (Chirurgie digestive) / 01.09.94	KURTZ Daniel (Neurologie) / 01.09.99
BABIN Serge (Orthopédie et Traumatologie) / 01.09.01	LANG Gabriel (Orthopédie et traumatologie) / 01.10.99
BALDAUF Jean-Jacques (Dynamologie obstétrique) / 01.09.21	LANGER Bruno (Dynamologie) / 01.11.19
BARESS Pierre (Cardiologie) / 01.09.12	LEVY Jean-Marc (Pédiatrie) / 01.10.99
BATZSCHLAGER André (Anatomie Pathologique) / 01.10.99	LEWISORFER Jean (Physiologie) / 01.09.10
BAUMANN René (Hépatogastro-entérologie) / 01.09.10	LUTZ Patrick (Pédiatrie) / 01.09.16
BEDMEUR François (Chirurgie Pédiatrique) / 01.09.23	MAILLOT Claude (Anatomie normale) / 01.09.03
BERGERAT Jean-Pierre (Dermatologie) / 01.01.16	MAITRE Michel (Biochimie et Biol. moléculaire) / 01.09.13
BERTHE Marc (Gériatrie) / 01.09.18	MANDEL Jean-Louis (Généraliste) / 01.09.16
BIENTI Michel (Hygiène Hospitalière) / 01.09.04	MANGIN Patrice (Médecine Légale) / 01.12.94
BUDKE Jean-Frédéric (Médecine Interne) / 16.10.17	MARSDAUX Christian (Neurologie) / 01.09.19
BUDH Pierre (Radiologie) / 01.10.99	MARSDAUX Jacques (Chirurgie digestive) / 01.09.16
BOEHM-BURGER Helvy (Histologie) / 01.09.20	MARK Jean-Joseph (Biochimie et biologie cellulaire) / 01.09.99
BOURJAT Pierre (Radiologie) / 01.09.03	MARK Manuel (Génomique fonctionnelle et cancer-IGM) / 01.07.23
BOURQUET Pascal (Pharmacologie) / 01.09.19	MESSEUR Jean (Pédiatrie) / 01.09.07
BRECHENMACHER Claude (Cardiologie) / 01.07.99	MEYER Christian (Chirurgie générale) / 01.09.13
BRETTE Jean-Philippe (Dynamologie-Obstétrique) / 01.09.10	MEYER Pierre (Biochimie, informatique méd.) / 01.09.10
BURSTELIN Claude (Pédo-psychiatrie) / 01.09.19	MONTEL Henri (Dermatologie) / 01.09.11
CAINTINEAU Alain (Médecine et Santé au travail) / 01.09.16	MOSSARD Jean-Marie (Cardiologie) / 01.09.09
CAZENAVE Jean-Pierre (Nématologie) / 01.09.16	NSAND Israël (Dynamologie-Obstétrique) / 01.09.19
CHAMPY Maxime (Gérontologie) / 01.10.99	OUET Pierre (Biologie cellulaire) / 01.09.13
CHAUVIN Michel (Cardiologue) / 01.09.16	RAQUAU Jean-Louis (Immunologie clinique) / 01.09.16
CHÉLLY Jameledine (Diagnostic génétique) / 01.09.20	RATTS Michel (Psychiatrie) / 01.09.16
DINGUALBERT Jacques (Chirurgie générale) / 01.10.12	Mme RAULI Gabrielle (Pneumologie) / 01.09.11
CLAVERET Jean-Michel (Chirurgie Infantile) / 01.10.16	ROTTECHER Thierry (Anesthésie-Réanimation) / 01.09.19
COLLARD Maurice (Neurologie) / 01.09.00	REYS Philippe (Chirurgie générale) / 01.09.99
CONSTANTINESCO André (Biophysique et médecine nucléaire) / 01.09.11	RITTER Jean (Dynamologie-Obstétrique) / 01.09.03
DIETMANN Jean-Louis (Radiologie) / 01.09.17	RUMPLER Yves (Biol. développement) / 01.09.10
DOPPEL Michel (Gastroentérologie) / 01.09.17	SANDNER Guy (Physiologie) / 01.09.14
DUGLOS Bernard (Hépatogastro-Hépatologie) / 01.09.19	SAUDER Philippe (Réanimation médicale) / 01.09.00
DUPOUR Patrick (Centre Paul Strauss) / 01.09.19	SAUVAGE Paul (Chirurgie Infantile) / 01.09.04
DUREYRON Jean-Pierre (Anesthésiologie-Rés. Chir.) / 01.09.13	SCHLADDER Guy (Dynamologie-Obstétrique) / 01.09.01
EBELMANN Bernard (Chirurgie cardio-vasculaire) / 01.04.10	SCHLIEDGER Jean-Louis (Médecine Interne) / 01.09.11
FABRE Michel (Cytologie et histologie) / 01.09.02	SCHRAUB Simon (Audioprothésiste) / 01.09.12
FISCHBACH Michel (Pédiatrie) / 01.10.14	SICK Henri (Anatomie Normale) / 01.09.06
FLAMENT Jacques (Ophtalmologie) / 01.09.09	STEB Annick (Anesthésiologie) / 01.04.19
GAY Gérard (Hépatogastro-entérologie) / 01.09.13	STERLE Jean-Luc (DR) / 01.09.10
GUT Jean-Pierre (Virologie) / 01.09.14	STOLL Claude (Généraliste) / 01.09.09
HASELMANN Michel (Réanimation médicale) / 01.09.19	STOLL-KELLER Françoise (Virologie) / 01.09.16
HAUPTMANN Georges (Nématologie biologique) / 01.09.06	STORCK Daniel (Médecine Interne) / 01.09.03
HEID Ernst (Dermatologie) / 01.09.04	TEMPER Jean-Daniel (Réanimation médicale) / 01.09.06
HILER Marc (Médecine Interne) / 01.09.99	TONGIC Jean (Radiologie) / 01.09.02
JADQMIN Didier (Urologie) / 09.09.17	VAUTRAVERS Philippe (Médecine physique et réadaptation) / 01.09.16
JASKO Daniel (Chirurgie générale) / 01.09.11	VELLON Francis (Imagerie viscérale, DR, et mammaire) / 01.09.23
JESSE Michel (Médecine physique et réadaptation) / 01.09.04	VETTER Denis (Méd. interne, Diabète et mal. métabolique) / 01.01.23
KAHN Jean-Luc (Anatomie) / 01.09.16	VETTER Jean-Marie (Anatomie pathologique) / 01.09.13
KCHR Pierre (Chirurgie orthopédique) / 01.09.06	WALTER Paul (Anatomie Pathologique) / 01.09.09
KREMER Michel / 01.09.99	WILM Jean-Marie (Chirurgie thoracique) / 01.09.13
KRETT Jean-Georges (Chirurgie vasculaire) / 01.09.19	WILK Astrid (Chirurgie maxillo-faciale) / 01.09.16
KRESSER Jean (Neurologie) / 01.01.07	WILLARD Daniel (Pédiatrie) / 01.09.99
KUNTZ Jean-Louis (Rhumatologie) / 01.09.09	WOLFRAM-GASSEL Renée (Anatomie) / 01.09.99
KUNTZMANN Francis (Gériatrie) / 01.09.07	

Légende des adresses :

FAO : Faculté de Médecine - 4, rue Kirschleger - F - 67085 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.86.16.20 - Fax : 03.88.86.16.18 ou 03.88.86.14.67

HOPITAUX UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG (HUS) :

- IHO : Nouvel Hôpital Civil : 1, place de l'Hôpital - BP 426 - F - 67091 Strasbourg Cedex - Tél. : 03 88 86 07 08
- HD : Hôpital Civil : 1, Place de l'Hôpital - B.P. 426 - F - 67091 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.11.67.68
- HP : Hôpital de Hautepierre : Avenue Molière - B.P. 49 - F - 67098 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.12.80.00
- Hôpital de La Roberteau : 81, rue Himmerich - F - 67016 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.11.66.11
- Hôpital de l'Éclair : 16, rue Oranach - 67100 Strasbourg - Tél. : 03.88.11.67.68

IGANS - Institut de Cancérologie Strasbourg - 17 rue Albert Calmette - 67200 Strasbourg - Tél. : 03 88 76 67 67

OMD - Centre Médico-Chirurgical et Obstétrical : 19, rue Louis Pasteur - BP 120 - Schœlgenheim - F - 67303 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.62.83.00

C.D.G.M. - Centre de Chirurgie Orthopédique et de la Main : 10, avenue Baumann - B.P. 96 - F - 67403 Illkirch Grafenstaden Cedex - Tél. : 03.88.66.20.00

E.F.S. : Etablissement Français du Sang - Alaceo : 10, rue Spielmann - BP 1196 - 67066 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.21.26.26

IBRO - Institut Universitaire de Réadaptation Clemenceau - CHU de Strasbourg et USRDAM (Union pour la Gestion des Établissements des Caisses d'Assurance Maladie) -

46 boulevard Clemenceau - 67082 Strasbourg Cedex

**RESPONSABLE DE LA BIBLIOTHÈQUE DE MÉDECINE ET ODONTOLOGIE ET DU DÉPARTEMENT SCIENCES, TECHNIQUES ET SANTÉ
DU SERVICE COMMUN DE DOCUMENTATION DE L'UNIVERSITÉ DE STRASBOURG**

Monsieur Olivier DIVE, Conservateur

**LA FACULTÉ A ARRÊTÉ QUE LES OPINIONS ÉMISES DANS LES DISSERTATIONS QUI LUI SONT PRÉSENTÉES
DOIVENT ÊTRE CONSIDÉRÉES COMME PROPRES A LEURS AUTEURS ET QU'ELLE N'ENTEND NI LES APPROUVER, NI LES IMPROUVER**

Serment d'Hippocrate

« Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions.

J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque ».

Remerciements

A Madame le Professeur ROY

A Monsieur le Professeur BIERRY

A Madame le Docteur ROEDLICH

A Monsieur le Docteur MOLIERE

A tous mes maîtres et séniors, pour m'avoir accordé un petit pan de leur savoir

A ma famille et tous mes amis, pour leur soutien et toutes ces soirées

A tous mes co-internes, aussi bien de radiologie que de chirurgie, pour tous ces moments passés ensemble surtout durant ces innombrables gardes

Table des matières

Liste des illustrations

Liste des Abréviations

Introduction

- I. Concepts et applications du mapping
- II. Contexte en pathologie tumorale rénale et rationnel de l'étude
- III. Objectifs

Matériel et Méthode

- I. Population étudiée
- II. Acquisition des séquences T1 et T2 mapping
- III. Analyse des images
- IV. Analyse statistique

Résultats

- I. Recueil des mesures
- II. Différences cortex rénal sain versus lésions rénales solides
- III. Différences carcinome rénale à cellules claires versus oncocytome

Discussion

Conclusion

Annexes

Bibliographie

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Tableaux

Tableau 1 : Classification des tumeurs rénales OMS 2016 (77)	24
Tableau 2 : Analyse descriptive des caractéristiques de la population	27
Tableau 3 : Analyses descriptives par types histologiques	33
Tableau 4 : Estimations de la différence moyenne entre cortex sain et les différents types histologiques	34
Tableau 5 : Estimations de la différence moyenne entre CRCC et ONC	36

Illustrations

Illustration 1 : Positionnement des ROI en cortex rénal sain	30
Illustration 2 : Positionnement des ROI sur lésion tumorale (CRCC)	31

Figures

Figure 1 : Flow chart illustrant le recrutement des patients	28
Figure 2 : Flow chart illustrant la répartition des mesures entre cas et témoins	32
Figure 3 : Box-plot séquence T1 et T2 : CRCC vs Cortex sain	34
Figure 4 : Box-plot séquence T1 et T2 : AML vs Cortex sain	35
Figure 5 : Box-plot séquence T1 et T2 : ONC vs Cortex sain	36
Figure 6 : Box-plot séquence T1 et T2 : CRCC vs ONC	37

ABREVIATIONS

IRM	Imagerie par résonance magnétique
ROI	Region Of Interest
DFG	Débit de filtration glomérulaire
CCR	Carcinome à cellules rénales
MOLLI	Modified Look locker
FOV	Field of view
TR	Temps de répétition
TE	Temps d'écho
TI	Temps d'inversion
OMS	Organisation Mondial de la Santé
CRCC	Carcinome rénal à cellules claires
ONC	Oncocytome
CRTP	Carcinome rénal tubulo-papillaire
CC	Carcinome rénal à cellules chromophobes
AML	Angiomyolipome

INTRODUCTION

I - Concepts et applications du mapping

a) Principe général

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) a vu le développement de nombreuses techniques permettant la visualisation et la quantification non-invasive des altérations tissulaires en médecine humaine, à l'aide des propriétés de relaxation représentées par les temps T1 et T2 en millisecondes. Son perfectionnement croissant permet par exemple en imagerie urinaire d'obtenir en un seul examen non irradiant un grand nombre d'informations morphologiques et fonctionnelles dans une approche de type « tout-en-un » (*all-in-one* dans de la littérature anglo-saxonne) (1).

Au-delà des techniques classiques, le mapping est une technique de cartographie de ces temps de relaxation permettant leur quantification directe pour chaque tissu étudié et donc la détermination d'une « signature magnétique ». Elle consiste à produire une représentation géographique en échelle de gris et de couleurs à partir du calcul des temps de relaxation T1 (2) ou T2 où l'intensité de chaque voxel correspond à un temps de relaxation ; on obtient alors une moyenne du temps de relaxation de l'ensemble des voxels en appliquant manuellement une ROI (Region Of Interest) sur la surface cible désignée.

Les T1 et T2 mesurés dépendent de l'environnement moléculaire des molécules d'eau et sont dits « natifs » (3). Il n'est pas nécessaire de recourir à l'utilisation de produits de contraste gadolinés, permettant leur épargne et réduisant logiquement la fréquence des effets secondaires liés à leur utilisation comme l'hypersensibilité allergique (4) ou leur toxicité chronique rénale plus erratique par fibrose néphrogénique systémique devenue rare avec les derniers produits développés (5), ou encore par dépôt cérébral au sein des noyaux gris centraux, du tissu osseux et cutané (6).

b) Applications en pathologie non tumorale

-En pathologie cardiaque et hépatique :

Les altérations tissulaires myocardiques en lien avec certains processus pathologiques peuvent être visualisées et quantifiées comme la fibrose, l'œdème et les processus infiltratifs (7) (8) (9), ce qui constituent actuellement la principale application du mapping en pratique courante.

Certaines explorations hépatiques ont été développées plus récemment dont la quantification du degré de fibrose, la surcharge en graisse et en fer (10) (11) (12), ou encore une sensibilisation de l'évaluation de la fonction hépatique en T1 mapping après injection de produits de contraste gadolinés sur cirrhose virale B (13).

-En pathologie rénale :

Le T1 mapping a été évalué dans la pathologie rénale chronique concernant l'évaluation de la fibrose rénale et son allongement avec la chute progressive du DFG (14) (15) qui a été montré dans les pathologies chroniques (16) (17) et plus spécifiquement dans la néphropathie diabétique (18), les glomérulonéphrites chroniques (18), la néphropathie à dépôts mésangiaux d'IgA (20) et l'hépatite B (21). Des corrélations ont aussi été établies chez le transplanté rénal entre temps de relaxation et fibrose (22) et pour l'altération aiguë du DFG (23).

Le T2 mapping a été moins étudié sur le rein et plutôt sur des modèles animaux : Il peut refléter les changements hémodynamiques parenchymateux dans l'ischémie-reperfusion chez le lapin (24), détecter la réponse inflammatoire rénale dans les lésions ischémiques aiguës chez la souris (25) mais aussi détecter précocement et surveiller les lésions corticales post-hypertensives chimiquement induites chez le rat (26). Par ailleurs il a été constaté un allongement du temps de relaxation sur modèle murin après transplantation rénale (27) et dans la polykystose rénale en lien avec les modifications histologiques (28) (29).

Cette perspective apparaît donc intéressante au diagnostic et au suivi des maladies rénales chroniques comme complément aux données biologiques et histologiques ou comme alternative aux biopsies rénales itératives. Les liens en particulier entre T2 et œdème ou progression des pathologies kystiques rénales chez l'Homme reste actuellement à démontrer.

-Autres applications potentielles :

Le T1 mapping a montré une utilité dans la pancréatite auto-immune (30), la détection d'une atteinte hépatique fibrosante dans le cadre de certaines cardiopathies congénitales opérées (31), et pourrait constituer un biomarqueur non-invasif dans l'évaluation de la bronchopneumopathie chronique obstructive (32). Le T2 mapping pourrait représenter un biomarqueur précoce de l'atteinte articulaire cartilagineuse chez l'enfant hémophile dans le contexte d'hémarthrose récidivante (33) ainsi que de l'atteinte athéromateuse carotidienne (34). Les variations des T1 et T2 mapping ont montré une utilité pour le diagnostic de l'atteinte précoce de la cataracte diabétique (35) et dans la quantification de la gonarthrose précoce (36).

c) Applications en pathologie tumorale

Une multitude d'études ont récemment démontré l'intérêt du mapping en pathologie tumorale dans la détection, la stadification et le suivi de certaines lésions malignes :

-Néoplasie rénale :

Les études des temps de relaxation natifs concernent principalement le carcinome rénal à cellules claires et les ont identifiés comme potentiels marqueurs *in vivo* de haut ou de bas grade en T1 (37) et en T2 (38).

-Autres néoplasies urologiques et gynécologiques :

Les cancers urologiques ont surtout été étudiés en T2 mapping sur l'adénocarcinome prostatique (39) et l'évaluation grades histologiques des cancers vésicaux (40).

Concernant l'utérus et ses annexes, le T2 mapping permettrait de détecter et de grader le carcinome endométrial (41), ou les lésions bénignes comme l'adénomyose des lésions malignes infiltratives (42). Il en est de même entre les masses ovariennes malignes et bénignes (43).

Pour le cancer du sein, des études préliminaires suggèrent une aide à la distinction entre lésions bénignes et malignes avec une meilleure efficacité pour le T1 mapping (44) (45).

-Néoplasie colorectale et hépatique :

Concernant l'adénocarcinome rectal, les différences de temps de relaxation T1 natifs permettent de différencier les différents types histopathologiques, les grades et les stades lésionnels (46), d'identifier certains facteurs clinico-pathologiques comme la détection des cellules malignes et des fibres de collagènes (47) voire l'invasion péri-neurale (48), tandis que les T2 natifs permettent d'évaluer avec précision l'invasion murale tout en distinguant tumeur et tissu fibrotique (49) et possède une meilleure efficacité dans la détection de métastases ganglionnaires comparativement à l'ADC (50).

L'étude du T1 mapping appliqué au carcinome hépatocellulaire a démontré une corrélation entre temps de relaxation, grade tumoral et prédiction du degré de différenciation avant et après injection de chélates de gadolinium (51), et peut même aller jusqu'à prédire le risque de récurrence pour les grades les plus élevés (52).

-Néoplasie oto-rhino-laryngologique, thoracique et cérébrale :

Pour le carcinome épidermoïde cervical, le T1 et T2 mapping représentent un biomarqueur intéressant dans le diagnostic (53) et pour le repérage des localisations métastatiques ganglionnaires de la tête et du cou (54).

Au niveau thyroïdien, la combinaison entre T1 mapping et séquence de diffusion a montré une équivalence avec la classification TI-RADS sonographique pour la différenciation entre carcinome papillaire thyroïdien et goitre thyroïdien nodulaire (55).

A l'étage thoracique, le T1 permet l'identification du type histologique de cancer pulmonaire (56) et plus récemment les T1 et T2 permettraient d'identifier l'expression PD-L1 et le sous-type histologique dans les cancers pulmonaires non à petites cellules (57).

A l'étage cérébral, le T2 mapping a montré un intérêt pour la gradation du gliome diffus (58), dans la distinction entre infiltration tumorale et œdème péri-tumoral entre tumeurs gliomateuses et non gliomateuses (59), ainsi que dans la surveillance du glioblastome récidivant sous Bevacizumab en association avec le T1 mapping (60) ; L'analyse du T1 mapping après injection de produit de contraste constitue un outils diagnostic robuste dans la distinction entre radionécrose et récurrence métastatique (61).

II – Contexte en pathologie rénale tumorale

Le cancer du rein représente 3% des cancers solides chez l'adulte et occupe la troisième place des cancers les plus fréquents de l'appareil uro-génital après ceux de la prostate et de la vessie. Il constitue la sixième cause de décès par cancer avec un taux de survie à 5 ans de 56% chez la femme contre 52% chez l'homme (62).

Ses principaux facteurs de risques constitutionnels du patient sont l'âge supérieur à 65 ans, le sexe masculin (deux fois plus fréquent chez l'homme) et la prédisposition génétique avec en premier lieu la maladie de Von Hippel Lindau (1/36000 naissance, transmission autosomique dominante avec mutation du gène VHL du gène VHL sur le bras court du chromosome 3 (3p25-p26)), le syndrome de Birt-Hogg-Dubé, la sclérose tubéreuse de Bourneville et la léiomyomatose héréditaire. Les autres facteurs de risque identifiés sont l'obésité, l'hypertension artérielle, le tabagisme, l'insuffisance rénale terminale dialysée et la transplantation rénale (surrisque de cancer important multiplié jusqu'à 10 intéressant les reins natifs, équivalent voire supérieur au patient dialysé) (62).

Les tumeurs rénales solides forment un ensemble caractérisé par sa richesse et sont regroupées en de multiples entités différenciables par leurs caractéristiques histologiques, immunohistochimiques et génétiques. Nous avons pris en référence la quatrième édition de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) des tumeurs urogénitales publiée en 2016 définissant jusqu'à 55 entités (Tableau 1).

Nous avons priorisé l'étude de certaines tumeurs à cellules rénales pour leur fréquence importante et leur spécificité au rein, à savoir le carcinome rénal à cellules claires (et/ou acidophiles) ou conventionnelles (CRCC), l'angiomyolipome (AML) et l'oncocytome (ONC).

Les autres lésions solides regroupent le carcinome rénal papillaire ou tubulo-papillaire (CRTP), le carcinome rénal à cellules chromophobes (CC), les autres tumeurs à cellules rénales plus rares, les autres tumeurs mésenchymateuses de l'adulte et celles de l'enfant, les tumeurs métanéphriques, les tumeurs néphroblastiques, les tumeurs mixtes épithéliales et stromales, les

tumeurs neuroendocrines, les tumeurs lymphoïdes et hématopoïétiques, les tumeurs germinales et les tumeurs métastatiques.

Classification Organisation mondiale de la santé 2016.

Tumeurs à cellules rénales	<ul style="list-style-type: none"> Carcinome à cellules claires Carcinome rénal kystique multiloculaire de bas potentiel de malignité Carcinome rénal papillaire Carcinome rénal associé au syndrome de la léiomyomatose héréditaire et cancer rénal (HLRCC) Carcinome à cellules chromophobes Carcinome des tubes collecteurs Carcinome médullaire du rein Carcinome associé à une translocation des gènes de la famille de la microphthalmie ou TFE (MITF) Carcinome lié à un déficit en succinate déshydrogénase B (SDH-B) Carcinome à cellules fusiformes tubulaires et mucineux Carcinome tubulokystique Carcinome associé à la maladie kystique acquise Carcinome rénal papillaire à cellules claires Carcinome inclassé
Tumeurs métanéphriques	<ul style="list-style-type: none"> Adénome métanéphrique Adénofibrome métanéphrique Tumeur stromale métanéphrique
Tumeurs néphroblastiques	<ul style="list-style-type: none"> Reliquats néphrogéniques Néphroblastome
Tumeurs mésenchymateuses de l'enfant	<ul style="list-style-type: none"> Sarcome à cellules claires Tumeur rhabdoïde Néphrome mésoblastique congénital Tumeur rénale ossifiante de l'enfant
Tumeurs mésenchymateuses de l'adulte	<ul style="list-style-type: none"> Léiomyosarcome Angiosarcome Rhabdomyosarcome Histiocytofibrome malin Hémangiopéricytome Ostéosarcome Angiomyolipome Angiomyolipome épithélioïde Léiomyome Hémangiome Lymphangiome Tumeur à cellules juxtaglomérulaires Tumeur interstitielle rénale médullaire Schwannome Tumeur fibreuse solitaire
Tumeurs mixtes épithéliales et stromales	<ul style="list-style-type: none"> Néphrome kystique Tumeur mixte épithéliale et stromale Synoviosarcome
Tumeurs neuroendocrines	<ul style="list-style-type: none"> Tumeur carcinoïde Carcinome neuroendocrine Tumeur primitive neuroectodermique Neuroblastome Phéochromocytome
Tumeurs lymphoïdes et hématopoïétiques	<ul style="list-style-type: none"> Lymphome Leucémie Plasmocytome
Tumeurs germinales	<ul style="list-style-type: none"> Tératome Choriocarcinome
Tumeurs métastatiques	

Tableau 1 : Classification des tumeurs rénales OMS 2016 (77)

III – Rationnel de l'étude

Ainsi, les séquences de mapping ont donc montré leur utilité en pratique clinique dans la caractérisation de maladies cardiaques et ainsi, au vu des similitudes entre les tissus (63), des patterns similaires peuvent être attendus en imagerie sur d'autres organes dont le rein notamment l'évaluation de la fibrose potentiellement en complément des données biologiques et histologiques voire de sa fonction sans utilisation de produit de contraste.

D'autre part, ces séquences ont démontré leur efficacité et leur reproductibilité dans de nombreuses pathologies tumorales comparativement aux autres méthodes non invasives utilisées en routine et invasives, aussi bien dans la détection que la caractérisation ou encore le suivi oncologique.

Dans le contexte actuel, les lésions rénales focales sont une situation courante en imagerie, en partie favorisée par l'incidence montante des maladies rénales chroniques (64). Elles constituent toujours un défi pouvant être lourd de conséquences avec le radiologue situé en première ligne dans l'orientation diagnostique et thérapeutique qui en découle : La biopsie rénale est une méthode diagnostique invasive performante qui présente toutefois un risque de complications surtout hémorragiques non négligeable (65).

Il apparaît donc intéressant d'exporter le concept du mapping comme outils diagnostique non invasif en imagerie cardiaque à la caractérisation des nombreux types de tumeurs rénales solides. Il n'existe à notre connaissance aucune étude visant à étudier les variations des T1 et T2 mapping en IRM 3 Teslas entre le cortex rénal sain et les différents types de tumeurs rénales solides ou kystiques, ni d'étude concernant les différences de temps de résonance naturels entre carcinome rénal à cellules claires et oncocytome dont la distinction présente des difficultés diagnostiques en pratique courante.

IV – Objectifs

L'objectif primaire vise à démontrer une différence des temps de relaxation moyens T1 et T2 entre le cortex rénal sain et chacun des types de lésions solides étudiées les plus fréquentes, à savoir le carcinome rénal à cellules claires, l'angiomyolipome (avec exclusion de l'angiomyolipome pauvre en graisse) et l'oncocytome.

L'objectif secondaire vise à démontrer une différence des temps de relaxation moyens T1 et T2 entre carcinome rénal à cellules claires et oncocytome.

MATERIEL ET METHODE

I – Population étudiée

a) Recrutement des patients

Cette étude prospective monocentrique observationnelle a été réalisée dans le service de radiologie du Nouvel Hôpital Civil de Strasbourg entre le 11 mai 2023 et le 8 mars 2024.

Les critères d'inclusion étaient tout patient majeur (≥ 18 ans) hospitalisé ou externe réalisant une IRM rénale pour surveillance oncologique (avant ou après traitement) et ayant une fonction rénale stable. Les critères d'exclusion étaient les patients mineurs (<18 ans), les patients agités, les examens trop artéfactés et les lésions hors champs.

Les données cliniques et paracliniques ont été recueillies à partir des demandes d'examen d'imagerie, des résultats biologiques et des résultats anatomo-pathologiques réalisés dans le laboratoire de l'hôpital ou en ville. Elles comprenaient l'âge, le sexe, la créatinémie avec calcul du débit de filtration glomérulaire selon la méthode de CKD-EPI (cf. Tableau 2), le côté droit ou gauche, le type de lésion rénale solide suspectée sur des critères morphologiques IRM (T1 sans et après injection de chélates de gadolinium, T2, diffusion), et les résultats éventuels d'une confirmation histologique.

Caractéristiques	Valeurs
Effectif total	N = 141
Homme	N = 58 (41,1 %)
Femme	N = 83 (58,9 %)
Age (médiane [IQR])	66.00 [58.00, 78.00], min = 22 / max = 98
DFG (médiane [IQR])	63.50 [45.00, 81.00], (min=9.7 /max=126.0)

Tableau 2 : Caractéristiques de la population incluse

Ainsi au cours de la période d'étude, 141 sujets consécutifs ont été inclus, puis 5 sujets ont été exclus à savoir 2 sujets hors champ d'acquisition et 3 sujets trop artéfactés, puis 136 sujets ont été analysés (cf. Figure 1).

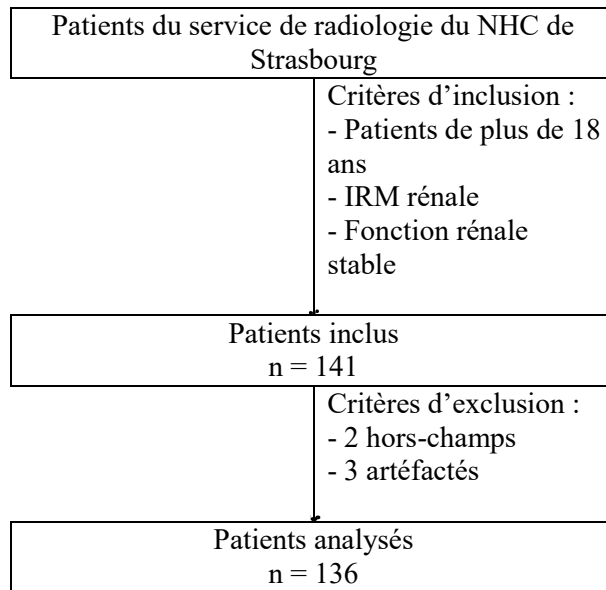


Figure 1 : Flow chart illustrant le recrutement des patients

b) Définitions des groupes cas et témoins

Nous avons défini un groupe témoins constitué des mesures en cortex sain et un groupe cas constitué des mesures en zone tumorale. Ce dernier groupe a été divisé en trois sous-groupes représentés par les lésions rénales solides d'effectifs jugés suffisants, à savoir le carcinome rénal à cellules claires (CRCC), l'oncocytome (ONC) et l'angiomyolipomes (AML).

Les autres lésions solides qui ont été exclues sont l'angiomyolipome pauvre en graisse, le carcinome rénal tubulo-papillaire (CRTP) et le carcinome rénal à cellules chromophobes (CC) en raison d'un effectif insuffisant, Les lésions solides dites « indéfinies » en raison de caractéristiques morphologiques équivoques et d'un défaut de preuves histologiques, et les lésions kystiques.

II – Acquisition des séquences T1 et T2 mapping

Tous les patients ont bénéficié d'une IRM réalisée sur une machine Ingenia PHILIPS 3 Teslas. Les séquences de T1 et T2 mapping ont été réalisées avant une éventuelle injection de produit de contraste, sur une seule coupe coronale passant par le grand axe vertical des deux reins,

synchronisées avec le rythme cardiaque via oxymétrie de pouls et en une seule apnée pour limiter les artéfacts respiratoires.

La séquence T1 mapping est une séquence d'inversion - récupération suivant un schéma Modified Look Locker (MOLLI) (2) (66) (67) selon une base d'acquisition b-TFE. La séquence est synchronisée sur la fin de la diastole permettant d'obtenir des images en single shot à différents temps d'inversion (TI) toujours au même moment du cycle cardiaque. La séquence suit un schéma 5(3)3 sur un total de 8 pulsations cardiaques : Après une première bascule de 180°, un premier bloc de 5 inversions pour 5 images est réalisé, puis après une pause de 3 secondes, 3 nouvelles inversions sont réalisées permettant d'obtenir 3 nouvelles images. La durée d'acquisition totale est de 11 secondes en apnée et permet d'obtenir 8 images. Les paramètres de l'image sont : Field of view (FOV) 300x300 mm, épaisseur de coupe de 10 mm, voxels de 1,97x1,99x10 mm, matrice 152x150 pixels, angle de bascule de 20°, SENSE factor de 2, temps de répétition (TR) 1,99 ms, temps d'écho (TE) de 0,90 ms et un délai de déclenchement (trigger delay) réglé sur la fin de la diastole.

La séquence T2 mapping est obtenue selon une séquence multiecho Gradient-spin-echo (GRASE) (68) avec un TR centré sur la détection de la fin de la diastole. 9 échos sont réalisés utilisant un TE de 8,9 à 80 ms. La durée d'acquisition totale est de 18 secondes en une seule apnée, permettant d'obtenir 11 images. Les paramètres de l'image sont : FOV de 300x300 mm, épaisseur de coupe de 10 mm, voxels de 1,97x2,03x10 mm, matrice 152x148 pixels, angle de bascule de 90° et un SENSE factor de 2.

Les cartographies T1 et T2 ont été automatiquement produites par le logiciel intégré à l'IRM et transférées sur le PACS.

III – Analyse des images :

Les images ont été analysées sur une station PACS (Centricity Radiology, GE Healthcare) par un observateur unique (HR, avec 4 ans d'expérience en IRM).

Dans un premier temps, une ROI d'au moins 0,10 cm² a été placée sur une coupe unique passant par le grand axe des deux reins en contournant manuellement sur le cortex de chaque rein en 3

points (polaire supérieur, moyen et polaire inférieur) en T1 et en T2, soit un total de 12 ROI par patient (6 en cas de rein unique), en évitant d'inclure les zones médullaires, la graisse périrénale ou sinusale pour limiter les effets de volume partiel ainsi que les zones artéfactées (Illustration 1). La valeur moyenne en millisecondes et la déviation standard de chaque ROI ont été reportées dans un tableau anonymisé, puis la moyenne dans chaque valeur a été calculé pour le T1 et le T2, indifféremment du côté, du sexe, de l'âge, de la fonction rénale et de la présence ou non d'une lésion focale. En effet en IRM 3 Teslas, les valeurs moyennes du T1 natif du cortex rénal sain sont plutôt reproductibles autours de 1366-1539 ms dans la littérature malgré un faible nombre de patients sains inclus (69) (70) (71) (72) (73). Elles sont néanmoins en comparaison sensiblement plus dispersées concernant le T2 natif dans la littérature autour de 76-78 ms +/- 7 ms sur uniquement deux études de faible puissance (70) (74).

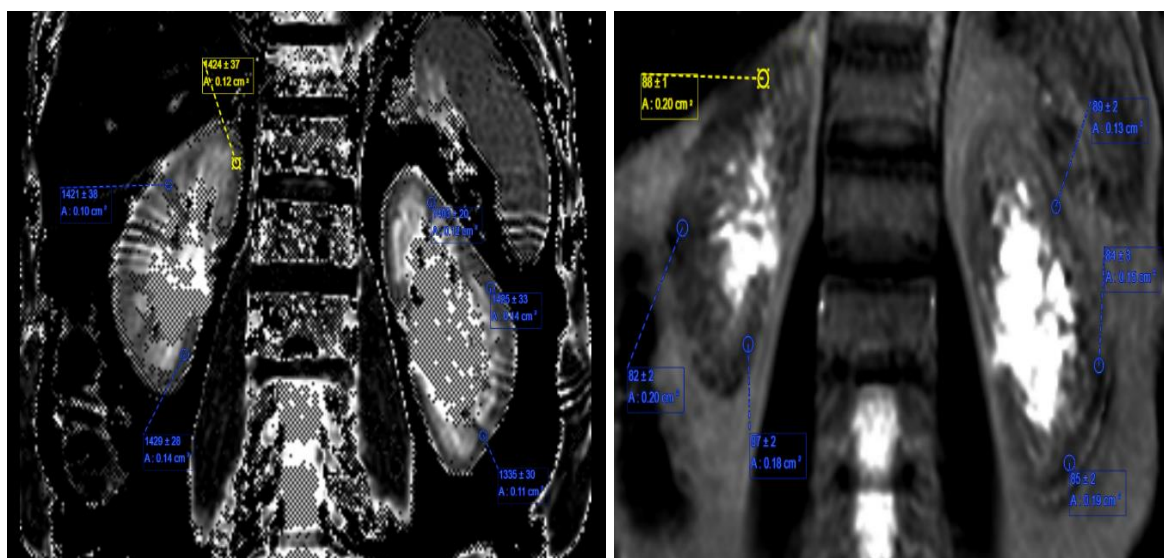


Illustration 1 : Positionnement des ROI en cortex sain, en T1 à gauche et en T2 à droite

Dans un second temps, une ROI a été placée en contournant manuellement sur chacune des lésions cibles en T1 et en T2 (Illustration 2). Les lésions hors-champs et les zones artéfactées ont été exclues. La valeur moyenne en millisecondes et la déviation standard de chaque ROI ont été reportées dans un tableau anonymisé, avec calcul de la moyenne des mesures et de la moyenne des déviations standards pour chaque type de lésions solides en T1 et en T2.

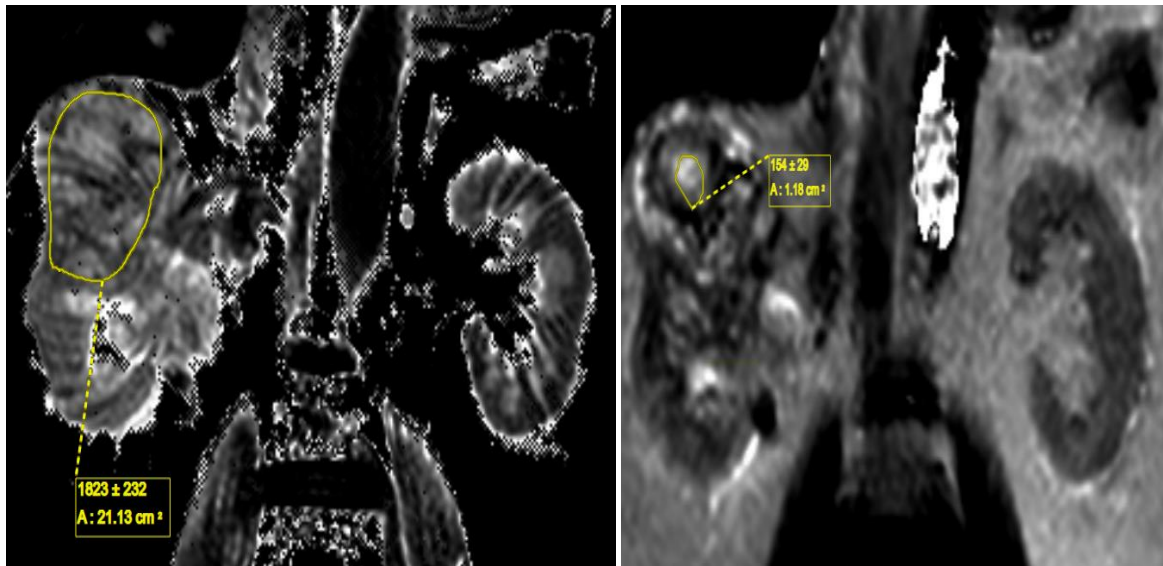


Illustration 2 : Positionnement des ROI en zone tumorale (CRCC ici), en T1 à gauche et T2 à droite

IV – Analyse statistique :

Les temps de résonance sont décrits par types histologiques en présentant la moyenne, l'écart-type, la médiane ainsi que les valeurs minimales et maximales. Les comparaisons des temps de résonance entre le cortex sain et les autres types histologiques ont été réalisées en utilisant un modèle de régression linéaire mixte incluant un effet aléatoire « sujets » afin de prendre en compte la répétition des données pour un même sujet (plusieurs mesures de temps de résonance étant réalisées sur un sujet). Les hypothèses du modèles (normalité des résidus, homoscedasticité et normalité de l'effet aléatoire) ont été évaluées graphiquement. Les paramètres de la régression linéaire mixte ont été estimés en utilisant la méthode des moindres carrés généralisés afin de prendre en compte l'hétéroscedasticité des résidus. Les résultats sont présentés sous forme de différences avec leurs intervalles de confiance à 95%. Une p-valeur < 0,05 a été considérée statistiquement significative. Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel R version 4.4.1. R Core Team (2024).

RESULTATS

I – Recueil des mesures

a) Répartitions des mesures entre cas et témoins (cf. Figure 2)

Groupe témoins (cortex sain) : 680 mesures sont analysables en T1 (après exclusion de 136 mesures non exploitables dont 106 artéfactées et 30 hors champs) et 636 mesures en T2 (exclusion de 180 non exploitables dont 147 artéfactées et 33 hors champs).

Groupe cas (mesures en zone tumorale) : Les trois sous-groupes rassemblent pour le CRCC 26 mesures exploitables en T1 (1 artéfactée exclue) et 27 en T2, pour l'AML 21 mesures exploitables en T1 (4 artéfactées exclues) et 25 en T2, et pour le groupe ONC 9 mesures exploitables en T1 (2 artéfactées exclues) et 10 en T2 (1 artéfactées exclues).

Les lésions exclues sont les autres lésions solides au nombre de 12 au total (CRTP et CC), les lésions solides dites « indéfinies » au nombre de 8 et les lésions kystiques au nombre de 66.

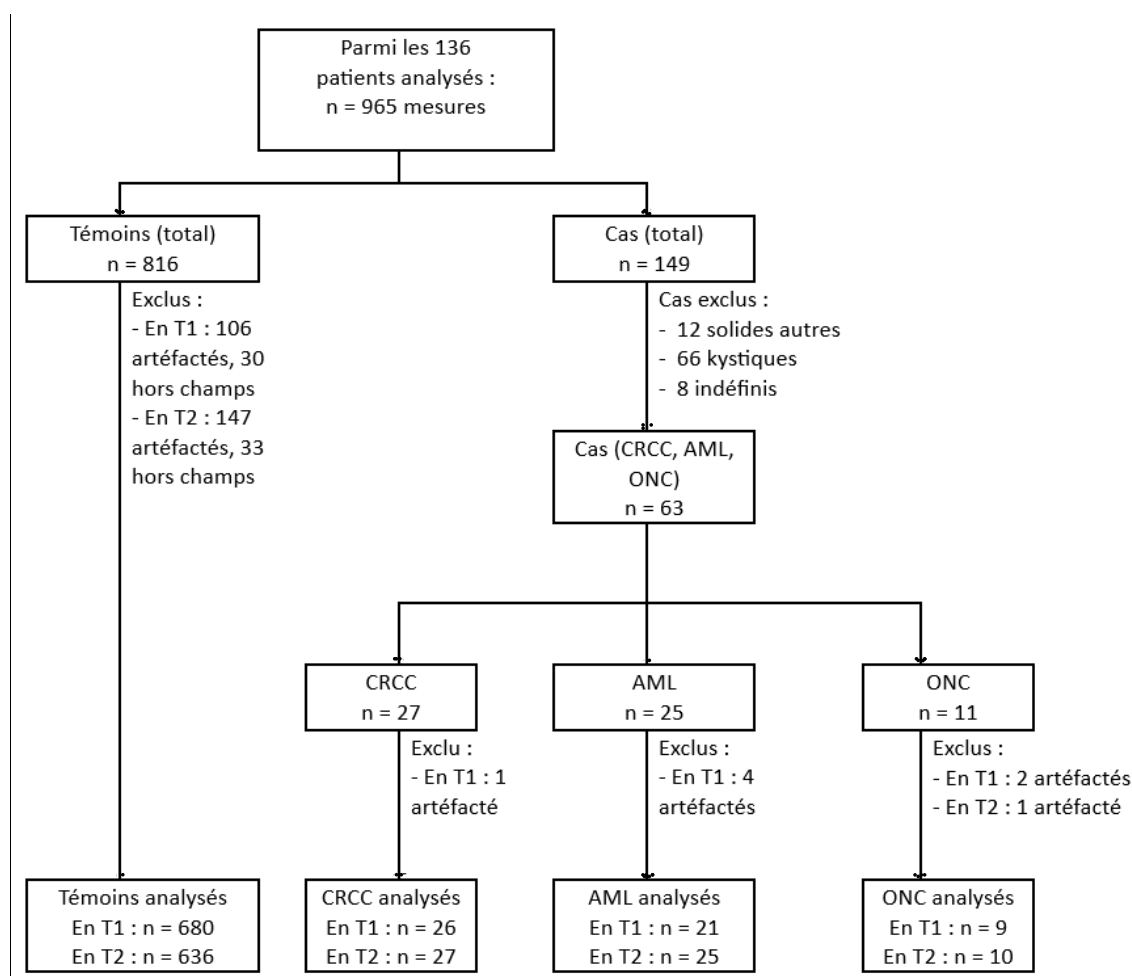


Figure 2 : Flow chart illustrant la répartition des mesures entre cas et témoins

b) Moyennes des temps de résonance (cf. Figure 2)

Groupe témoins (cortex sain) : La moyenne apparente en T1 est de 1520 ms +/- 122 ms pour une médiane de 1499 ms, une minimale de 345 ms et une maximale de 2011 ms. En T2 la moyenne est de 94 ms +/- 14 ms pour une médiane de 92 ms, une minimale de 74 ms et une maximale de 271 ms.

Groupes cas (mesures en zone tumorale) :

- Groupe CRCC : La moyenne apparente en T1 est de 1781 ms +/- 369 ms pour une médiane de 1745 ms, une minimale de 990 ms et une maximale de 2938 ms. En T2, la moyenne est de 106 ms +/- 24 ms pour une médiane de 107 ms, une minimale de 61 ms et une maximale de 161 ms.

- Groupe AML : La moyenne en T1 est de 775 ms +/- 600 ms pour une médiane de 367 ms, une minimale de 217 ms et une maximale de 1864 ms. En T2, la moyenne est de 124 ms +/- 24 ms pour une médiane de 128 ms, une minimale de 77 ms et une maximale de 202 ms.

- Groupe ONC : La moyenne en T1 est de 1604 ms +/- 325 ms pour une médiane de 1567 ms, une minimale de 1171 ms et une maximale de 2106 ms. En T2, la moyenne est de 110 ms +/- 32 ms pour une médiane de 96 ms, une minimale de 78 ms et une maximale de 156 ms.

Séquence T1					
Tissu	Moyenne	Ecart-type	Médiane	Minimum	Maximum
Cortex sain (n = 680)	1520	122	1499	345	2011
CRCC (n = 26)	1781	369	1745	990	2938
AML (n = 21)	775	600	367	217	1864
ONC (n = 9)	1604	325	1567	1171	2106

Séquence T2					
Tissu	Moyenne	Ecart-type	Médiane	Minimum	Maximum
Cortex sain (n = 636)	94	14	92	74	271
CRCC (n = 27)	106	24	107	61	161
AML (n = 25)	124	24	128	77	202
ONC (n = 10)	110	32	96	78	156

Tableau 3 : Analyse descriptive par types histologiques

II – Différences cortex rénal sain versus lésions rénales solides (cf. Figure 3)

Les différences moyennes en millisecondes entre la moyenne du groupe témoin (cortex sain) et chaque sous-groupe cas de lésions tumorales, ainsi que leurs intervalles de confiance à 95% en T1 puis T2 et chaque p-value associée, ont été consignées dans un tableau dédié (cf. tableau 4).

Type histologique	Séquence T1		Séquence T2	
	Différence moyenne [IC 95%]	p	Différence moyenne [IC 95%]	p
CRCC vs Sain	247 [96 ; 397]	0,001	13 [4 ; 22]	0,005
AML vs Sain	-736 [-982 ; -490]	< 0,001	30 [20 ; 40]	< 0,001
ONC vs Sain	153 [-62 ; 367]	0,163	21 [2 ; 40]	0,027

Tableau 4 : Estimations de la différence moyenne entre le cortex sain et les différents types histologiques

Etude CRCC versus cortex sain : (cf. Figure 3)

-En T1 mapping : La différence moyenne est significative de 247 ms [96 ; 397] pour une p-value de 0,001, avec une moyenne apparente du groupe CRCC de 1781 ms +/- 369 ms.

-En T2 mapping : La différence moyenne est significative de 13 ms [4 ; 22] pour une p-value de 0,005, avec une moyenne apparente du groupe CRCC de 106 ms +/- 22 ms.

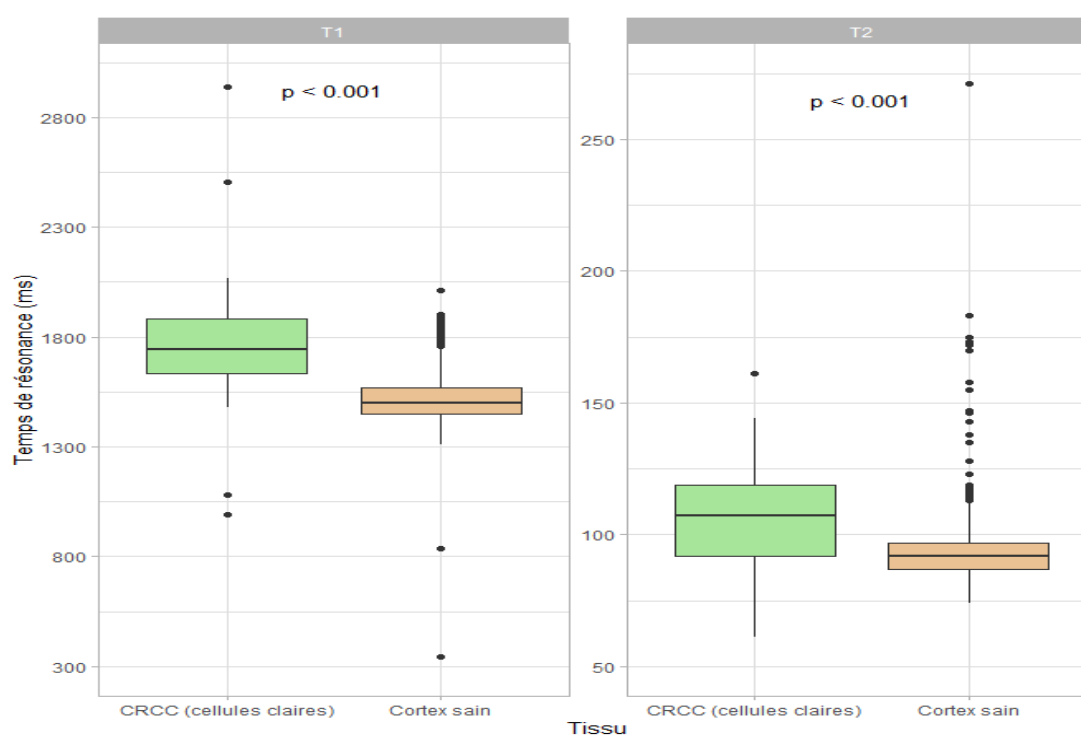


Figure 3 : Box-plot séquence T1 (à gauche) et T2 (à droite) : CRCC vs Cortex sain

Etude AML versus cortex sain : (cf. Figure 4)

-En *T1 mapping* : La différence moyenne est significative de -736 ms [-982 ; -490] pour une p-value $< 0,001$, avec une moyenne apparente du groupe AML de 775 ms +/- 600 ms.

-En *T2 mapping* : La différence moyenne est significative de 30 ms [20 ; 40] pour une p-value $< 0,001$, avec une moyenne apparente du groupe AML de 124 ms +/- 24 ms.

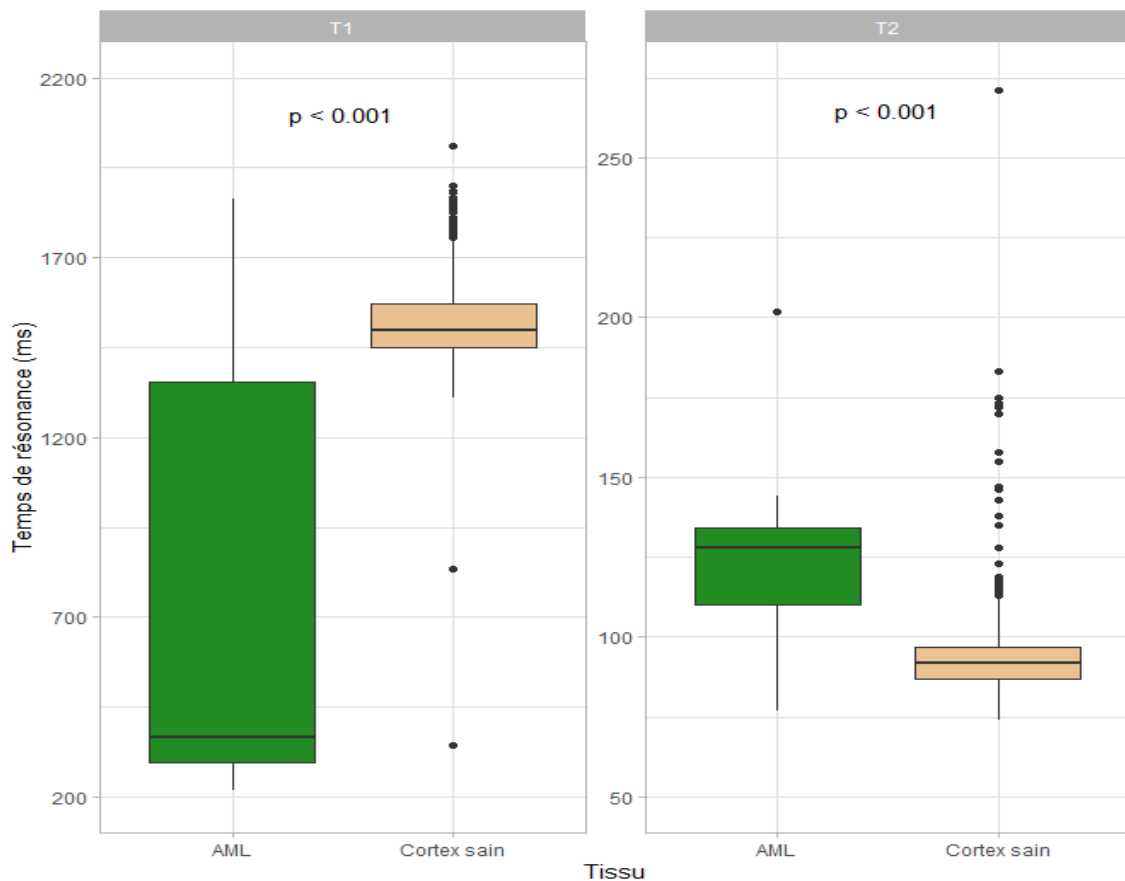


Figure 4 : Box-plot séquence T1 (à gauche) et T2 (à droite) : AML vs Cortex sain

Etude ONC versus cortex sain : (cf. Figure 5)

-En *T1 mapping* : la différence moyenne n'est pas significative à 153 ms [-62 ; 367] pour une p-value de 0,163, avec une moyenne apparente du groupe ONC de 1604 ms +/- 325 ms.

-En *T2 mapping* : La différence moyenne est significative de 21 ms [2 ; 40] pour une p-value de 0,027, avec une moyenne apparente du groupe ONC de 110 ms +/- 32 ms.

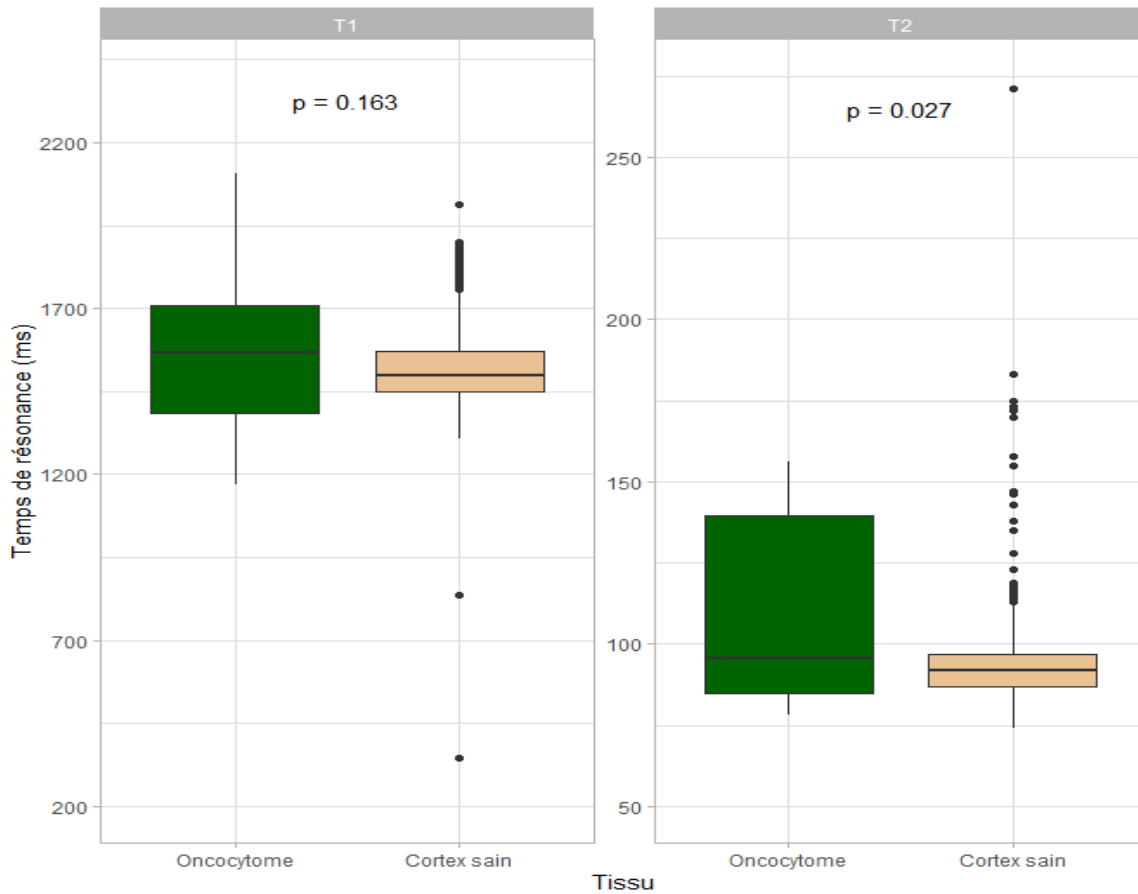


Figure 5 : Box-plot séquence T1 (à gauche) et T2 (à droite) : ONC vs Cortex sain

III – Différences carcinome rénal à cellules claires versus oncocytome

Les différences moyennes en millisecondes entre la moyenne du groupe CRCC et la moyenne du sous-groupe ONC ne sont pas significatives en T1 comme en T2 : (cf. tableau 5, Figure 6)

-En T1 mapping : une différence moyenne de 97 ms [-142 ; 336] avec une p-value à 0,428, non significative.

-En T2 mapping : une différence moyenne de -12 ms [-35 ; 11] avec une p-value à 0,365, non significative.

Type histologique	Séquence T1		Séquence T2	
	Différence moyenne [IC 95%]	p	Différence moyenne [IC 95%]	p
CRCC vs ONC	97 [-142 ; 336]	0,428	-12 [-35 ; 11]	0,365

Tableau 5 : Estimations de la différence moyenne entre CRCC et ONC

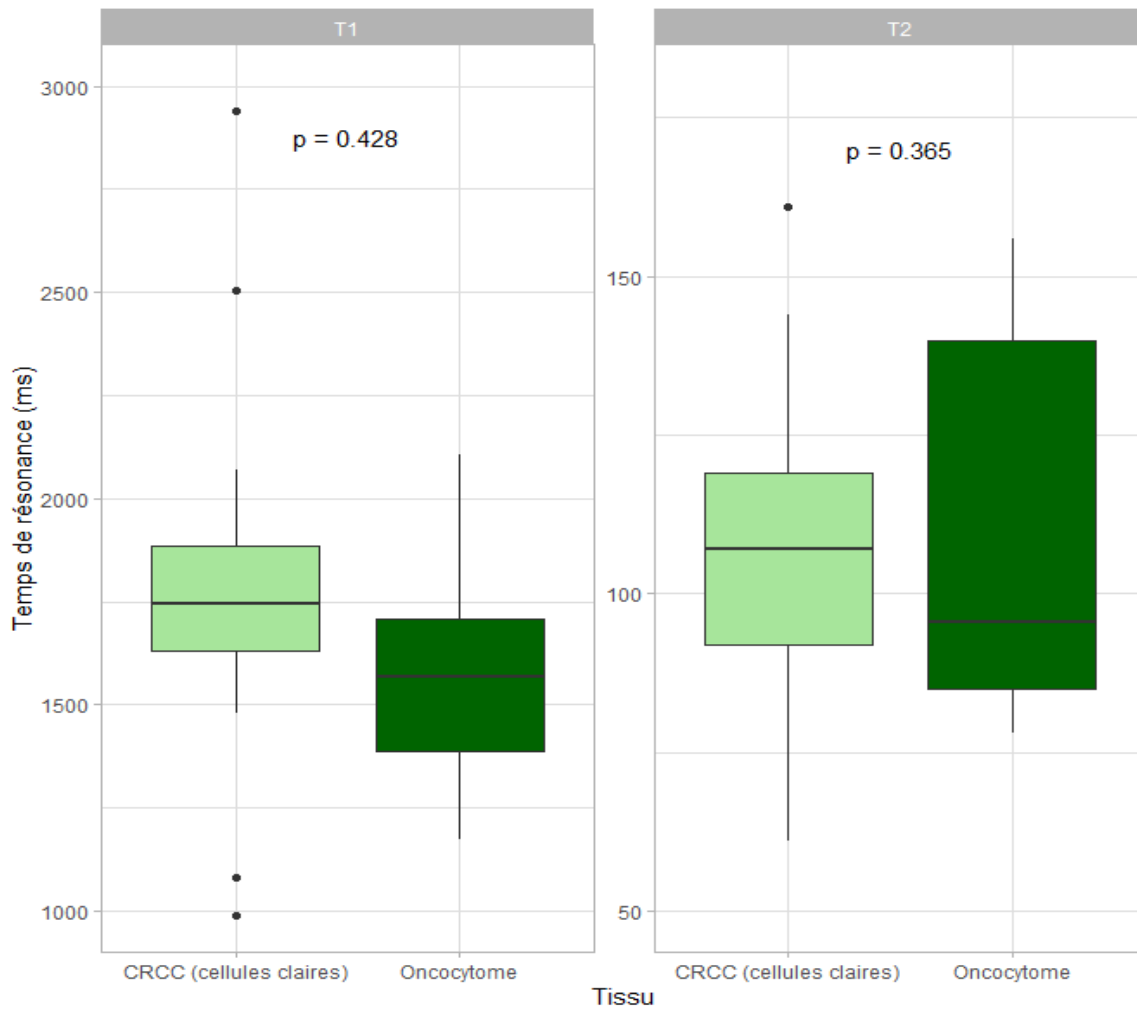


Figure 6 : Box-plot séquence T1 (à gauche) et T2 (à droite) : CRCC vs ONC

DISCUSSION

Les séquences de T1 et T2 mapping sont utilisées en routine en imagerie cardiaque pour détecter l'œdème, l'ischémie, l'infiltration amyloïde ou encore la fibrose.

L'originalité de notre étude prospective monocentrique observationnelle incluant 136 patients porte sur l'application du T1 et T2 mapping à 3 Teslas à la pathologie rénale tumorale solide la plus fréquente, en incluant des tumeurs malignes mais aussi bénignes à savoir le carcinome rénal à cellules claires, l'oncocytome, et l'angiomyolipome riche en graisse : Nous avons cherché à démontrer une différence significative de ces lésions avec le cortex rénal sain « témoin » et a fortiori un intérêt diagnostique non invasif. Il n'existe à notre connaissance qu'une seule équipe ayant étudié l'application du T1 et du T2 mapping au carcinome rénal à cellules claires en IRM 1,5 Teslas sur un effectif de 30 cas (*Adams et al* (37) (38)), démontrant une corrélation positive entre allongement du T1 et du T2 et grades histologiques (bas grade ISUP 1-2 versus haut grade ISUP 3-4).

Concernant le groupe « témoins » des mesures réalisées en cortex rénal sain, nous avons retrouvé un T1 moyen de 1520 +/- 122 ms (sur 680 mesures exploitables), proche des valeurs de la littérature sur des effectifs moins importants avec des T1 à 1539 ms sur 19 patients par Wu et al (69), 1514 +/- 29 ms sur 16 patients par Adams et al (70), 1446 +/- 88 ms sur 10 patients par Graham-Brown et al (71), 1366 +/- 122 ms 24 patients par Gillis et al (72) et 1399 +/- 93 ms sur 25 patients par Cox et al (73). En T2 à 3 Teslas, nous avons retrouvé une moyenne de 94 +/- 14 ms (sur 636 mesures exploitables), pour des valeurs plus dispersées sur des effectifs plus réduits concernant peu d'autres études au sein de la littérature à savoir et 78 +/- 4 ms sur 16 patients par Adam et al (70). 76 +/- 7 ms sur 6 patients par Bazelaire et al (74)

En résumé, notre étude démontre :

Pour le carcinome à cellules claires :

- *En T1* : Pour une moyenne de 1781 ms +/- 369 ms sur 26 patients, il existe une différence significative avec le groupe témoin de 247 ms (p-value = 0,001) ;

- *En T2* : Pour une moyenne de 106 ms +/- 22 ms sur 27 cas, il existe une différence significative avec le groupe témoin de 13 ms (p-value = 0,005).

Pour l'angiomyolipome :

- *En T1* : Pour une moyenne de 775 ms +/- 600 ms sur 21 cas, il existe une différence significative avec le groupe témoin de -736 ms (p-value < 0,001) ;

- *En T2* : Pour une moyenne de 124 ms +/- 24 ms sur 25 cas, il existe une différence significative avec le groupe témoin de 30 ms (p-value < 0,001).

Pour l'oncocytome :

- *En T1* : Pour une moyenne de 1604 ms +/- 325 ms sur 9 cas, il existe une différence non significative avec le groupe témoins de 153 ms (p-value = 0,163) ;

- *En T2* : Pour une moyenne de 110 ms +/- 32 ms sur 10 cas, il existe une différence significative avec le groupe témoin de 21 ms (p-value < 0,05).

En tant qu'objectif secondaire :

Nous avons comparé les groupes carcinome rénal à cellules claires et oncocytome, en raison des difficultés diagnostiques en pratique courante à la distinction de ces deux types histologiques en imagerie : Ainsi selon nos analyses secondaires, il ne semble pas exister de différence significative entre chaque moyenne en T1 (p-value = 0,428) comme en T2 (p-value = 0,365).

Cette étude présente des limites. En premier lieu il existe des restrictions sur la qualité des images qui sont relativement sensibles aux artefacts cinétiques notamment en lien avec les mouvements respiratoires (difficultés des patients à tenir les apnées) et les battements cardiaques, les séquences T1 et T2 mapping ayant été synchronisées ici au cycle cardiaque via oxymétrie de pouls (cette méthode apportant moins de précision que par électrocardiogramme mais semblant toutefois plus applicable à la pratique courante). De plus les séquences utilisées ont été développées et sont utilisées de façon consensuelle pour l'étude du tissu cardiaque et non du tissu rénal.

Par ailleurs il s'agit d'une étude monocentrique pouvant expliquer en partie les effectifs limités de certaines lésions tumorales plus rares (notamment l'oncocytome), où toutes les mesures ont été réalisées sur une seule machine avec un seul modèle de séquence, faites en une seule fois sachant qu'il existe de potentielles variations circadiennes selon l'état d'hydratation et d'oxygénation tissulaire (3) (75) (76), et par un seul analyste pour un placement manuel des ROI par définition subjectif selon l'appréciation de la différenciation cortico-médullaire et les limites des lésions solides par l'évaluateur.

Enfin, certains états pathologiques associés pourraient constituer des facteurs confondants, à savoir ici le degré de fibrose rénale ou la chute chronique de la fonction rénale, et au-delà de notre étude l'atteinte rénale aiguë, une éventuelle pathologie rénale débutante ou après transplantation. Concernant le carcinome rénal à cellules claires, le grade pourrait constituer un facteur confondant (37) (38) (39).

En somme, ces résultats sont prometteurs et doivent être complétés par d'autres travaux sur de plus larges cohortes et dans différents centres pour s'assurer que les variations causées par des états pathologiques ne constituent pas un facteur confondant, avec une puissance plus importante concernant des lésions rares à effectifs par définition réduits, et pour étudier d'autres types histologiques plus rares comme le carcinome rénal tubulo-papillaire ou le carcinome rénal à cellules chromophobes. Il pourrait être pertinent de rechercher une tendance normative des moyennes des T1 et T2 naturels pour chaque type histologique et potentiellement pouvoir leurs attribuer des « signatures magnétiques » propres.

CONCLUSION

Cette étude monocentrique observationnelle réalisée sur 136 patients montre un intérêt originale de l'utilisation des séquences T1 et T2 mapping en IRM 3 Teslas dédiées à l'imagerie cardiaque courante comme outil diagnostique complémentaire non invasif appliqué à la pathologie rénale tumorale, avec mise en évidence de différences significatives selon les temps de résonance naturelle T1 ou T2 entre le cortex rénal sain et certaines lésions tumorales rénales les plus courantes : On retrouve ainsi une différence significative concernant le carcinome rénal à cellules claires et l'angiomyolipome. L'oncocytome présente seulement une différence significative avec le cortex rénal sain en T2 et non en T1 mapping. De plus, en tant qu'objectif secondaire, il n'est pas retrouvé de différence significative avec ces techniques entre le carcinome rénal à cellules claires et l'oncocytome dont la distinction reste délicate en pratique courante. Des travaux complémentaires multicentriques avec des effectifs plus importants sont pertinents afin d'approfondir la caractérisation tumorale rénale non invasive et l'étude d'autres types histologiques plus rares, et au-delà de rechercher l'existence de tendances normatives par lésions et potentiellement définir des « signatures magnétiques » propres.

VU
Strasbourg, le... 01/10/24
Le président du jury de thèse

Professeur.....

Professeur Guillaume BIERRY
HOPITAUX UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG
Hôpital de Hautepierre
Service d'Imagerie 2
Avenue Molière - 67095 STRASBOURG Cedex
Email : Guillaume.bierry@chru-strasbourg.fr
N° RPPS - 1000462921 7

VU et approuvé
Strasbourg, le... 01/10/2024
Le Doyen de la faculté de
Médecine, Maieutique et Sciences de la Santé

Professeur Jean SIBILIA



BIBLIOGRAPHIE

1. Roy C. Imagerie par résonance magnétique du rein et des voies excrétrices : techniques et aspects normaux. 2012-03-01, Volume 25, Issue 1, 1-14, Elsevier Masson SAS.
2. Taylor AJ, Salerno M, Dharmakumar R, Jerosch-Herold M. T1 Mapping : Basic Techniques and Clinical Applications. *JACC Cardiovasc Imaging*. 1 janv 2016;9(1):67-81.
3. Ilona A Dekkers, Hildo J Lamb. Clinical application and technical considerations of T1 & T2(*) mapping in cardiac, liver, and renal imaging. *Br J Radiol*. 2018 Dec;91(1092):20170825.
4. Rocío Sáenz de Santa María, Marina Labella, Gábor Bogas, Inmaculada Doña, María José Torres. Hypersensitivity to gadolinium-based contrast. *urr Opin Allergy Clin Immunol*. 2023 Aug 1;23(4):300-306.
5. Derrick J Todd, Jonathan Kay. Gadolinium-Induced Fibrosis. *Annu Rev Med*. 2016;67:273-91.
6. Joana Ramalho, Miguel Ramalho, Michael Jay, Lauren M Burke, Richard C Semelka. Gadolinium toxicity and treatment. *Magn Reson Imaging*. 2016 Dec;34(10):1394-1398.
7. Christine L Jellis, Deborah H Kwon. Myocardial T1 mapping : modalities and clinical applications. *Cardiovasc Diagn Ther*. 2014 Apr;4(2):126-37.
8. Aaron T O'Brien, Katarzyna E Gil, Juliet Varghese, Orlando P Simonetti, Karolina M Zareba. T2 mapping in myocardial disease: a comprehensive review. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2022 Jun 6;24(1):33.
9. Leah Iles, Heinz Pfluger, Arintaya Phrommintikul, Joshi Cherayath, Pelin Aksit, Sandeep N Gupta, David M Kaye, Andrew J. Taylor. Evaluation of diffuse myocardial fibrosis in heart failure with cardiac magnetic resonance contrast-enhanced T1 mapping. *J Am Coll Cardiol*. 2008 Nov 4;52(19):1574-80.
10. Sophie von Ulmenstein, Sanja Bogdanovic, Hanna Honcharova-Biletska, Sena Blümel, Ansgar R Deibel, Daniel Segna, Christoph Jüngst, Achim Weber, Thomas Kuntzen, Christoph Gubler, Cäcilia S Reiner. Assessment of hepatic fibrosis and inflammation with look-locker T1 mapping and magnetic resonance elastography with histopathology as reference standard. *Abdom Radiol (NY)*. 2022 Nov;47(11):3746-3757.
11. Helena S Leitão, Cláudia Paulino, Dírcea Rodrigues, Sónia I Gonçalves, Cristina Marques, Manuela Carvalheiro, Carlos F G C Geraldes, Filipe Caseiro-Alves. MR fat fraction mapping: a simple biomarker for liver steatosis quantification in nonalcoholic fatty liver disease patients. *Acad Radiol*. 2013 Aug;20(8):957-61.
12. Timothy G St Pierre, Paul R Clark, Wanida Chua-Anusorn. Measurement and mapping of liver iron concentrations using magnetic resonance imaging. *Ann N Y Acad Sci*. 2005;1054:379-85.
13. Jiamin Li, Boling Cao, Xinjun Bi, Weipeng Chen, Lanjing Wang, Zhongli Du, Xueqin Zhang, Xiangrong Yu. Evaluation of liver function in patients with chronic hepatitis B using Gd-E0B-DTPA-enhanced T1 mapping at different acquisition time points : a feasibility study. *Radiol Med*. 2021 Sep;126(9):1149-1158.
14. Jiong Zhang, Yuanmeng Yu, Xiaoshuang Liu, Xiong Tang, Feng Xu, Mingchao Zhang, Guotong Xie, Longjiang Zhang, Xiang Li, Zhi-Hong Liu. Evaluation of Renal Fibrosis by Mapping Histology and Magnetic Resonance Imaging. *Kidney Dis (Basel)*. 2021 Mar;7(2):131-142.
15. Wei Mao, Yuqin Ding, Xiaoqiang Ding, Caixia Fu, Bohong Cao, Dominik Nickel, Jianjun Zhou, Mengsu Zeng. Value of T1 Mapping in the Non-invasive Assessment of Renal Pathologic Injury for Chronic Kidney Disease Patients. *Magn Reson Med Sci*. 2023 Dec 22.
16. Gillis KA, McComb C, Patel RK, Stevens KK, Schneider MP, Radjenovic A, et al. Non-Contrast Renal Magnetic Resonance Imaging to Assess Perfusion and Corticomedullary Differentiation in Health and Chronic Kidney Disease. *Nephron*. 2016;133(3):183-92.
17. Cox EF, Buchanan CE, Bradley CR, Prestwich B, Mahmoud H, Taal M, et al. Multiparametric Renal Magnetic Resonance Imaging: Validation, Interventions, and Alterations in Chronic Kidney Disease. *Front Physiol*. 2017;8:696.
18. Dekkers IA, Paiman EHM, de Vries APJ, Lamb HJ. Reproducibility of native T1 mapping for renal tissue characterization at 3T. *J Magn Reson Imaging JMRI*. févr 2019;49(2):588-96.
19. Jianhua Wu, Zhaoyu Shi, Yuan Zhang, Jiabin Yan, Fangfang Shang, Yao Wang, Huijian Lu, Hongmei Gu, Weiqiang Dou, Xinquan Wang, Li Yuan. Native T1 Mapping in Assessing Kidney Fibrosis for Patients With Chronic Glomerulonephritis. *Front Med (Lausanne)* 2021 Oct 18;8:772326
20. M. P. Graham-Brown, A. Singh, J. Wormleighton, N. J. Brunskill, G. P. McCann, J. Barratt, J. O. Burton, G. Xu. Association between native T1 mapping of the kidney and renal fibrosis in patients with IgA nephropathy. *BMC Nephrol*. 2019 Jul 11;20(1):256.

21. Özkök S, Buz A, Erdemli S, Şaşak Kuzgun G, Aslan A. Non-invasive Assessment of Subclinical Renal Parenchymal Changes in Chronic Hepatitis B Virus By T1 Mapping Magnetic Resonance Imaging. *Balk Med J.* 14 mars 2022;39(2):115-20.
22. I. Friedli, L. A. Crowe, L. Berchtold, S. Moll, K. Hadaya, T. de Perrot, C. Vesin, P-Y. Martin, S. de Seigneux, J-P. Vallée. New Magnetic Resonance Imaging Index for Renal Fibrosis Assessment: A Comparison between Diffusion-Weighted Imaging and T1 Mapping with Histological Validation. *Sci Rep.* 2016 Jul 21:6:30088.
23. Matti Peperhove, Van Dai Vo Chieu, Mi-Sun Jang, Marcel Gutberlet, Dagmar Hartung, Susanne Tewes, Gregor Warnecke, Christiane Fegbeutel, Axel Haverich, Wilfried Gwinner, Frank Lehner, Jan Hinrich Bräsen, Hermann Haller, Frank Wacker, Faikah Gueler, Katja Hueper. Assessment of acute kidney injury with T1 mapping MRI following solid organ transplantation. *Eur Radiol.* 2018 Jan;28(1):44-50.
24. Jing Chen, Qin Chen, Jingtang Zhang, Liang Pan, Tingting Zha, Yongcheng Zhang, Jie Chen. Value of T2 Mapping in the Dynamic Evaluation of Renal Ischemia-Reperfusion Injury. *Acad Radiol.* 2022 Mar;29(3):376-381.
25. Robert Greite, Katja Derlin, Dagmar Hartung, Rongjun Chen, Martin Meier, Marcel Gutberlet, Bennet Hensen, Frank Wacker, Faikah Gueler, Susanne Hellms. Diffusion Weighted Imaging and T2 Mapping Detect Inflammatory Response in the Renal Tissue during Ischemia Induced Acute Kidney Injury in Different Mouse Strains and Predict Renal Outcome. *Biomedicines.* 2021 Aug 23;9(8):1071.
26. Sheung-Fat Ko, Hon-Kan Yip, Yen-Yi Zhen, Chi-Chih Hung, Chen-Chang Lee, Chung-Cheng Huang, Shu-Hang Ng, Yi-Ling Chen, Jui-Wei Lin. Renal Damages in Deoxycorticosterone Acetate-Salt Hypertensive Rats: Assessment with Diffusion Tensor Imaging and T2-mapping. *Mol Imaging Biol.* 2020 Feb;22(1):94-104.
27. Hueper K, Hensen B, Gutberlet M, Chen R, Hartung D, Barmmeyer A, et al. Kidney Transplantation: Multiparametric Functional Magnetic Resonance Imaging for Assessment of Renal Allograft Pathophysiology in Mice. *Invest Radiol.* janv 2016;51(1):58-65.
28. MacAskill CJ, Erokwu BO, Markley M, Parsons A, Farr S, Zhang Y, et al. Multi-parametric MRI of kidney disease progression for autosomal recessive polycystic kidney disease: mouse model and initial patient results. *Pediatr Res.* janv 2021;89(1):157-62.
29. Franke M, Baeßler B, Vechtel J, Dafinger C, Höhne M, Borgal L, et al. Magnetic resonance T2 mapping and diffusion-weighted imaging for early detection of cystogenesis and response to therapy in a mouse model of polycystic kidney disease. *Kidney Int.* déc 2017;92(6):1544-54.
30. Liang Zhu, Yamin Lai, Marcus Makowski, Wen Zhang, Zhaoyong Sun, Tianyi Qian, Dominik Nickel, Bernd Hamm, Patrick Asbach, Matthias Duebgen, Huadan Xue, Zhengyu Jin Native. T1 mapping of autoimmune pancreatitis as a quantitative outcome surrogate. *Eur Radiol.* 2019 Aug;29(8):4436-4446.
31. Yumi Shiina, Kei Inai, Ryoko Ohashi, Michinobu Nagao. Potential of Liver T1 Mapping for the Detection of Fontan-associated Liver Disease in Adults. *Magn Reson Med Sci.* 2021 Sep 1;20(3):295-302.
32. Daniel F Alamidi, Alexandra R Morgan, Penny L Hubbard Cristinacce, Lars H Nordenmark, Paul D Hockings, Kerstin M Lagerstrand, Simon S Young, Josephine H Naish, John C Waterton, Niall C Maguire, Lars E Olsson, Geoffrey J M Parker. COPD Patients Have Short Lung Magnetic Resonance T1 Relaxation Time. *COPD.* 2016;13(2):153-9.
33. Benjamin A Brakel, Marshall S Sussman, Haris Majeed, Jerry Teitel, Carina Man, Tammy Rayner, Ruth Weiss, Rahim Moineddin, Victor Blanchette, Andrea S Doria. T2 mapping magnetic resonance imaging of cartilage in hemophilia. *Res Pract Thromb Haemost.* 2023 Aug 23;7(6):102182.
34. Luca Biasioli, Alistair C Lindsay, Joshua T Chai, Robin P Choudhury, Matthew D Robson. In-vivo quantitative T2 mapping of carotid arteries in atherosclerotic patients: segmentation and T2 measurement of plaque components. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2013 Aug 16;15(1):69.
35. Junchao Ma, Xiaotong Xu, Shaoyu Wang, Ruifeng Wang, Nan Yu. Quantitative assessment of early Type 2 diabetic cataracts using T1,T2-mapping techniques. *Br J Radiol.* 2019 Nov;92(1103):20181030.
36. Shruti Mittal, Gaurav Pradhan, Sapna Singh, Radhika Batra. T1 and T2 mapping of articular cartilage and menisci in early osteoarthritis of the knee using 3-Tesla magnetic resonance imaging. *Pol J Radiol.* 2019 Dec 18;84:e549-e564.
37. Lisa C Adams, Bernhard Ralla, Philipp Jurmeister, Keno K Bressemer, Ute L Fahlenkamp, Bernd Hamm, Jonas Busch, Marcus R Makowski. Native T1 Mapping as an In Vivo Biomarker for the Identification of Higher-Grade Renal Cell Carcinoma: Correlation With Histopathological Findings. *Invest Radiol.* 2019 Feb;54(2):118-128.
38. Lisa C Adams, Keno K Bressemer, Philipp Jurmeister, Ute L Fahlenkamp, Bernhard Ralla, Guenther Engel, Bernd Hamm, Jonas Busch, Marcus R Makowski. Use of quantitative T2 mapping for the assessment of renal cell carcinomas: first results. *Cancer Imaging.* 2019 Jun 7;19(1):35.

39. Tobias Hepp, Laura Kalmbach, Manuel Kolb, Petros Martirosian, Tom Hilbert, Wolfgang M Thaiss, Mike Notohamiprodjo, Jens Bedke, Konstantin Nikolaou, Arnulf Stenzl, Stephan Kruck, Sascha Kaufmann. T2 mapping for the characterization of prostate lesions. *World J Urol.* 2022 Jun;40(6):1455-1461.
40. Lei Ye, Yayi Wang, Wanxin Xiang, Jin Yao, Jiaming Liu, Bin Song. Radiomic Analysis of Quantitative T2 Mapping and Conventional MRI in Predicting Histologic Grade of Bladder Cancer. *J Clin Med.* 2023 Sep 11;12(18):5900.
41. Zanzia Zhang, Jie Liu, Weijian Wang, Yong Zhang, Feifei Qu, Tom Hilbert, Tobias Kober, Jingliang Cheng, Shujian Li, Jinxia Zhu. Feasibility of accelerated T2 mapping for the preoperative assessment of endometrial carcinoma. *Front Oncol.* 2023 Jul 26;13:1117148.
42. Lihong Zhu, Weihong Lu, Funan Wang, Yanwei Wang, Pu-Yeh Wu, Jianjun Zhou, Hao Liu. Study of T2 mapping in quantifying and discriminating uterine lesions under different magnetic field strengths: 1.5 T vs. 3.0 T. *BMC Med Imaging.* 2023 Jan 4;23(1):1.
43. Jori S Carter, Joseph S Koopmeiners, Jessica E Kuehn-Hajder, Gregory J Metzger, Navneeth Lakkadi, Levi S Downs Jr, Patrick J Bolan. Quantitative multiparametric MRI of ovarian cancer. *J Magn Reson Imaging.* 2013 Dec;38(6):1501-9.
44. Tiebao Meng, Ni He, Haoqiang He, Kuiyuan Liu, Liangru Ke, Huiming Liu, Linchang Zhong, Chenghui Huang, Anli Yang, Chunyan Zhou, Long Qian, Chuanmiao Xie. The diagnostic performance of quantitative mapping in breast cancer patients: a preliminary study using synthetic MRI. *Cancer Imaging.* 2020 Dec 14;20(1):88.
45. Li Liu, Bo Yin, Kawai Shek, Daoying Geng, Yiping Lu, Jianbo Wen, Xiping Kuai, Weijun Peng. Role of quantitative analysis of T2 relaxation time in differentiating benign from malignant breast lesions. *J Int Med Res.* 2018 May;46(5):1928-1935.
46. Juan Li, Xuemei Gao, Marcel Dominik Nickel, Jingliang Cheng, Jinxia Zhu. Native T1 mapping for differentiating the histopathologic type, grade, and stage of rectal adenocarcinoma: a pilot study. *Cancer Imaging.* 2022 Jun 17;22(1):30.
47. Jie Yuan, Qun Wen, Hui Wang, Jiaoyan Wang, Kun Liu, Songhua Zhan, Mengxiao Liu, Zhigang Gong, WenLi Tan. The use of quantitative T1-mapping to identify cells and collagen fibers in rectal cancer. *Front Oncol.* 2023 Jul 20;13:1189334.
48. Juan Li, Peisi Kou, Liangjie Lin, Yunfei Xiao, Hongrui Jin, Yong Zhang, Jingliang Cheng. T1 mapping in evaluation of clinicopathologic factors for rectal adenocarcinoma. *Abdom Radiol (NY).* 2024 Jan;49(1):279-287.
49. Ichiro Yamada, Norio Yoshino, Keigo Hikishima, Naoyuki Miyasaka, Shinichi Yamauchi, Hiroyuki Uetake, Masamichi Yasuno, Yukihisa Saida, Ukihide Tateishi, Daisuke Kobayashi, Yoshinobu Eishi. Colorectal carcinoma: Ex vivo evaluation using 3-T high-spatial-resolution quantitative T2 mapping and its correlation with histopathologic findings. *Magn Reson Imaging.* 2017 May;38:174-181.
50. Yu-Xi Ge, Shu-Dong Hu, Zi Wang, Rong-Ping Guan, Xin-Yi Zhou, Qi-Zhong Gao, Gen Yan. Feasibility and reproducibility of T2 mapping and DWI for identifying malignant lymph nodes in rectal cancer. *Eur Radiol.* 2021 May;31(5):3347-3354.
51. Xiali Qin, Tengfei Yang, Zhongkui Huang, Liling Long, Zhipeng Zhou, Wenmei Li, Yinjuan Gao, Mengzhu Wang, Xiaoyong Zhang. Hepatocellular carcinoma grading and recurrence prediction using T1 mapping on gadolinium-ethoxybenzyl diethylenetriamine pentaacetic acid-enhanced magnetic resonance imaging. *Oncol Lett.* 2019 Sep;18(3):2322-2329.
52. Zhenpeng Peng, Mengjie Jiang, Huasong Cai, Tao Chan, Zhi Dong, Yanji Luo, Zi-Ping Li, Shi-Ting Feng. Gd-EOB-DTPA-enhanced magnetic resonance imaging combined with T1 mapping predicts the degree of differentiation in hepatocellular carcinoma. *BMC Cancer.* 2016 Aug 12;16:625.
53. Zanzia Zhang, Jie Liu, Yong Zhang, Feifei Qu, Robert Grimm, Jingliang Cheng, Weijian Wang, Jinxia Zhu, Shujian Li. T1 mapping as a quantitative imaging biomarker for diagnosing cervical cancer: a comparison with diffusion kurtosis imaging. *BMC Med Imaging.* 2024 Jan 10;24(1):16.
54. Jiangming Qu, Boju Pan, Tong Su, Yu Chen, Tao Zhang, Xingming Chen, Xiaoli Zhu, Zhentan Xu, Tianjiao Wang, Jinxia Zhu, Zhuhua Zhang, Feng Feng, Zhengyu Jin. T1 and T2 mapping for identifying malignant lymph nodes in head and neck squamous cell carcinoma. *Cancer Imaging.* 2023 Dec 17;23(1):125.
55. Letian Yuan, Peng Zhao, Xiangtao Lin, Tianyi Yu, Ruiyuan Diao, Guqing Ning. T1 mapping and reduced field-of-view DWI at 3.0 T MRI for differentiation of thyroid papillary carcinoma from nodular goiter. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2023 May;43(3):137-145.
56. Jianqin Jiang, Lei Cui, Yong Xiao, Xiao Zhou, Yigang Fu, Gaofeng Xu, Weiwei Shao, Wang Chen, Su Hu, Chunhong Hu, Shaowei Hao. B1 -Corrected T1 Mapping in Lung Cancer: Repeatability, Reproducibility, and Identification of Histological Types. *J Magn Reson Imaging.* 2021 Nov;54(5):1529-1540.
57. Chandra Bortolotto, Gaia Messana, Antonio Lo Tito, Giulia Maria Stella, Alessandra Pinto, Chiara Podrecca, Riccardo Bellazzi, Alessia Gerbasi, Francesco Agustoni, Fei Han, Marcel Dominik Nickel, Domenico Zacà, Andrea Riccardo Filippi, Olivia Maria Bottinelli, Lorenzo Preda. The Role of Native T1 and T2 Mapping Times in Identifying PD-L1 Expression and the Histological Subtype of NSCLCs. *Cancers (Basel).* 2023 Jun 20;15(12):3252

58. Weibin Gu, Shiyuan Fang, Xinyi Hou, Ding Ma Shaowu Li. Exploring diagnostic performance of T2 mapping in diffuse glioma grading. *Quant Imaging Med Surg.* 2021 Jul;11(7):2943-2954.
59. Joonmi Oh, Soonmee Cha, Ashley H Aiken, Eric T Han, Jason C Crane, Jeffrey A Stainsby, Graham A Wright, William P Dillon, Sarah J Nelson. Quantitative apparent diffusion coefficients and T2 relaxation times in characterizing contrast enhancing brain tumors and regions of peritumoral edema. *J Magn Reson Imaging* 2005 Jun;21(6):701-8.
60. Stephanie Lescher, Alina Jurcoane, Andreas Veit, Oliver Bähr, Ralf Deichmann, Elke Hattingen. Quantitative T1 and T2 mapping in recurrent glioblastomas under bevacizumab: earlier detection of tumor progression compared to conventional MRI. *Neuroradiology.* 2015 Jan;57(1):11-20.
61. B Wang, Y Zhang, B Zhao, P Zhao, M Ge, M Gao, F Ding, S Xu, Y Liu. Postcontrast T1 Mapping for Differential Diagnosis of Recurrence and Radionecrosis after Gamma Knife Radiosurgery for Brain Metastasis. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2018 Jun;39(6):1025-1031.
62. T. Charles, V. Lindner, A. Matau, C. Roy, H. Lang. *Cancer du rein. Urologie*, 2010-01-01, Volume 28, Issue 4, 1-30, Elsevier Masson SAS.
63. Rockey DC, Bell PD, Hill JA. Fibrosis--a common pathway to organ injury and failure. *N Engl J Med.* 19 mars 2015;372(12):1138-49.
64. Levey AS, Atkins R, Coresh J, Cohen EP, Collins AJ, Eckardt KU, et al. Chronic kidney disease as a global public health problem: approaches and initiatives - a position statement from Kidney Disease Improving Global Outcomes. *Kidney Int.* août 2007;72(3):247-59.
65. Stratta P, Canavese C, Marengo M, Mesiano P, Besso L, Quaglia M, et al. Risk management of renal biopsy: 1387 cases over 30 years in a single centre. *Eur J Clin Invest.* déc 2007;37(12):954-63.
66. Raman FS, Kawel-Boehm N, Gai N, Freed M, Han J, Liu CY, et al. Modified look-locker inversion recovery T1 mapping indices: assessment of accuracy and reproducibility between magnetic resonance scanners. *J Cardiovasc Magn Reson.* 26 juill 2013;15(1):64.
67. Messroghli DR, Radjenovic A, Kozerke S, Higgins DM, Sivananthan MU, Ridgway JP. Modified Look-Locker inversion recovery (MOLLI) for high-resolution T1 mapping of the heart. *Magn Reson Med.* 2004;52(1):141-6.
68. Oshio K, Feinberg DA. GRASE (Gradient- and spin-echo) imaging: a novel fast MRI technique. *Magn Reson Med.* août 1991;20(2):344-9.
69. Wu J, Shi Z, Zhang Y, Yan J, Shang F, Wang Y, et al. Native T1 Mapping in Assessing Kidney Fibrosis for Patients With Chronic Glomerulonephritis. *Front Med.* 2021;8:772326.
70. Adams LC, Bressemer KK, Scheibl S, Nunninger M, Gentsch A, Fahlenkamp UL, et al. Multiparametric Assessment of Changes in Renal Tissue after Kidney Transplantation with Quantitative MR Relaxometry and Diffusion-Tensor Imaging at 3 T. *J Clin Med.* 21 mai 2020;9(5):1551.
71. Graham-Brown MP, Singh A, Wormleighton J, Brunskill NJ, McCann GP, Barratt J, et al. Association between native T1 mapping of the kidney and renal fibrosis in patients with IgA nephropathy. *BMC Nephrol.* 11 juill 2019;20(1):256.
72. Gillis KA, McComb C, Patel RK, Stevens KK, Schneider MP, Radjenovic A, et al. Non-Contrast Renal Magnetic Resonance Imaging to Assess Perfusion and Corticomedullary Differentiation in Health and Chronic Kidney Disease. *Nephron.* 2016;133(3):183-92.
73. Cox EF, Buchanan CE, Bradley CR, Prestwich B, Mahmoud H, Taal M, et al. Multiparametric Renal Magnetic Resonance Imaging: Validation, Interventions, and Alterations in Chronic Kidney Disease. *Front Physiol.* 2017;8:696.
74. De Bazelaire CMJ, Duhamel GD, Rofsky NM, Alsop DC. MR imaging relaxation times of abdominal and pelvic tissues measured in vivo at 3.0 T: preliminary results. *Radiology.* mars 2004;230(3):652-9.
75. Wolf M, de Boer A, Sharma K, Boor P, Leiner T, Sunder-Plassmann G, et al. Magnetic resonance imaging T1- and T2-mapping to assess renal structure and function: a systematic review and statement paper. *Nephrol Dial Transplant Off Publ Eur Dial Transpl Assoc - Eur Ren Assoc.* 1 sept 2018;33(suppl_2):ii41-50.
76. Anneloes de Boer, Anita A Hartevelde, Bjorn Stemkens, Peter J Blankestijn, Clemens Bos, Suzanne L Franklin, Martijn Froeling, Jaap A Joles, Marianne C Verhaar, Nico van den Berg, Hans Hoogduin, Tim Leiner. Multiparametric Renal MRI: An Intrasubject Test-Retest Repeatability Study. *J Magn Reson Imaging.* 2021 Mar;53(3):859-873.
77. Hélénon O, Crosnier A, Eiss D, Poirée S, Méjean A, Correas JM. Imagerie diagnostique et préthérapeutique des tumeurs malignes de l'adulte. *EMC – Radiologie et imagerie médicale – génito-urinaire – gynéco-obstétricale – mammaire* 2019;14(2) : 1-13 [Article 34-117-A-10].

DÉCLARATION SUR L'HONNEUR



Document avec signature originale devant être joint :

- à votre mémoire de D.E.S.
- à votre dossier de demande de soutenance de thèse

Nom : BRANDHUBER Prénom : Laura

Ayant été informé(e) qu'en m'appropriant tout ou partie d'une œuvre pour l'intégrer dans mon propre mémoire de spécialité ou dans mon mémoire de thèse de docteur en médecine, je me rendrais coupable d'un délit de contrefaçon au sens de l'article L335-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle et que ce délit était constitutif d'une fraude pouvant donner lieu à des poursuites pénales conformément à la loi du 23 décembre 1901 dite de répression des fraudes dans les examens et concours publics,

Ayant été avisé(e) que le président de l'université sera informé de cette tentative de fraude ou de plagiat, afin qu'il saisisse la juridiction disciplinaire compétente,

Ayant été informé(e) qu'en cas de plagiat, la soutenance du mémoire de spécialité et/ou de la thèse de médecine sera alors automatiquement annulée, dans l'attente de la décision que prendra la juridiction disciplinaire de l'université

J'atteste sur l'honneur

Ne pas avoir reproduit dans mes documents tout ou partie d'œuvre(s) déjà existante(s), à l'exception de quelques brèves citations dans le texte, mises entre guillemets et référencées dans la bibliographie de mon mémoire.

A écrire à la main : « J'atteste sur l'honneur avoir connaissance des suites disciplinaires ou pénales que j'encours en cas de déclaration erronée ou incomplète ».

J'atteste sur l'honneur avoir connaissance des suites disciplinaires ou pénales que j'encours en cas de déclaration erronée ou incomplète.

Signature originale :

À STRASBOURG....., le 30/09/2024

Photocopie de cette déclaration devant être annexée en dernière page de votre mémoire de D.E.S. ou de Thèse.