

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

Année : 2022

N° : 136

THÈSE
PRÉSENTÉE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Diplôme d'État
Mention : DES de Radiologie et d'Imagerie médicale

PAR

CHAMMAS Philippe
Né le 04/05/1994 à Remiremont

Impact de la thermo-ablation
de métastases des corps vertébraux
sur les disques et plateaux sus- et sous-jacents

Président de thèse : Monsieur GARNON Julien, Professeur

Directeur de thèse : Madame WEISS Julia, Docteur

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

Edition MARS 2022
Année universitaire 2021-2022



- **Président de l'Université** : M. DENEKEN Michel
- **Doyen de la Faculté** : M. SIBILIA Jean
- **Premier Doyen de la Faculté** : M. DERUELLE Philippe
- **Doyens honoraires** :
 - (1976-1983) M. DORNER Marc
 - (1983-1989) M. MANTZ Jean-Marie
 - (1989-1994) M. VINCENDON Guy
 - (1994-2001) M. GERLINGER Pierre
 - (2001-2011) M. LUDES Bertrand
- **Chargé de mission auprès du Doyen** : M. VICENTE Gilbert
- **Responsable Administratif** : M. STEEGMANN Geoffroy



HOPITAUX UNIVERSITAIRES
DE STRASBOURG (HUS)
Directeur général : M. GALY Michaël

A1 - PROFESSEUR TITULAIRE DU COLLEGE DE FRANCE

MANDEL Jean-Louis Chaire "Génétique humaine" (à compter du 01.11.2003)

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

BAHRAM Séiamak Immunologie biologique (01.10.2013 au 31.09.2018)
DOLLFUS Hélène Génétique clinique (01.10.2014 au 31.09.2019)

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

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
ADAM Philippe P0001	NRP0 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Hospitalisation des Urgences de Traumatologie / HP	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
AKLADIOS Cherif P0191	NRP0 CS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique/ HP	54.03 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale Option : Gynécologie-Obstétrique
ANDRES Emmanuel P0002	RP0 CS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Serv. de Médecine Interne, Diabète et Maladies métaboliques/HC	53.01 Option : médecine Interne
ANHEIM Mathieu P0003	NRP0 NCS	• Pôle Tête et Cou-CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre	49.01 Neurologie
Mme ANTAL Maria Cristina M0003 / P0219	NRP0 CS	• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hautepierre • Institut d'Histologie / Faculté de Médecine	42.02 Histologie, Embryologie et Cytogénétique (option biologique)
ARNAUD Laurent P0186	NRP0 NCS	• Pôle MIRNED - Service de Rhumatologie / Hôpital de Hautepierre	50.01 Rhumatologie
BACHELLIER Philippe P0004	RP0 CS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Serv. de chirurgie générale, hépatique et endocrinienne et Transplantation / HP	53.02 Chirurgie générale
BAHRAM Seiamak P0005	NRP0 CS	• 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 P0007	NRP0 CS	• Pôle Hépatodigestif de l'Hôpital Civil - Institut de Recherche sur les Maladies virales et hépatiques/Fac	52.01 Gastro-entérologie ; hépatologie Option : hépatologie
Mme BEAU-FALLER Michèle M0007 / P0170	NRP0 NCS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.03 Biologie cellulaire (option biologique)
BEAUJEU Remy P0008	NRP0 CS	• Pôle d'Imagerie - CME / Activités transversales • Unité de Neuroradiologie interventionnelle / Hautepierre	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
BECMEUR François P0009	NRP0 NCS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie Pédiatrique / Hôpital Hautepierre	54.02 Chirurgie infantile
BERNA Fabrice P0192	NRP0 CS	• Pôle de Psychiatrie, Santé mentale et Addictologie - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil	49.03 Psychiatrie d'adultes ; Addictologie Option : Psychiatrie d'Adultes
BERTSCHY Gilles P0013	RP0 CS	• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie II / Hôpital Civil	49.03 Psychiatrie d'adultes
BIERRY Guillaume P0178	NRP0 NCS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie II - Neuroradiologie-imagerie ostéoarticulaire-Pédiatrie / Hôpital Hautepierre	43.02 Radiologie et Imagerie médicale (option clinique)
BILBAULT Pascal P0014	RP0 CS	• Pôle d'Urgences / Réanimations médicales / CAP - Service des Urgences médico-chirurgicales Adultes / HP	48.02 Réanimation ; Médecine d'urgence Option : médecine d'urgence
BLANC Frédéric P0213	NRP0 NCS	• Pôle de Gériatrie - Service Evaluation - Gériatrie - Hôpital de la Robertsau	53.01 Médecine interne ; addictologie Option : gériatrie et biologie du vieillissement
BODIN Frédéric P0187	NRP0 NCS	• Pôle de Chirurgie Maxillo-faciale, morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Plastique et maxillo-faciale / Hôpital Civil	50.04 Chirurgie Plastique, Reconstructrice et Esthétique ; Brûlologie
BONNEMAINS Laurent M0099 / P0215	NRP0 NCS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie 1 - Hôpital de Hautepierre	54.01 Pédiatrie
BONNOMET François P0017	NRP0 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Orthopédie-Traumatologie du Membre inférieur / HP	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
BOURCIER Tristan P0018	NRP0 NCS	• Pôle de Spécialités médicales-Ophthalmologie / SMO - Service d'Ophthalmologie / Nouvel Hôpital Civil	55.02 Ophtalmologie
BOURGIN Patrice P0020	NRP0 CS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie - Unité du Sommeil / Hôpital Civil	49.01 Neurologie
Mme BRIGAND Cécile P0022	NRP0 NCS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
BRUANT-RODIER Catherine P0023	NRP0 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie Plastique et Maxillo-faciale / HP	50.04 Option : chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique
Mme CAILLARD-OHLMANN Sophie P0171	NRP0 NCS	• Pôle de Spécialités médicales-Ophthalmologie / SMO - Service de Néphrologie-Dialyse et Transplantation / NHC	52.03 Néphrologie

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
CASTELAIN Vincent P0027	NRP0 NCS	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Hôpital Hautepierre	48.02 Réanimation
CHAKFE Nabil P0029	NRP0 CS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Serv. de Chirurgie vasculaire et de transplantation rénale NHC	51.04 Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire Option : chirurgie vasculaire
CHARLES Yann-Philippe M0013 / P0172	NRP0 NCS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie du rachis / Chirurgie B / HC	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mme CHARLOUX Anne P0028	NRP0 NCS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option biologique)
Mme CHARPIOT Anne P0030	NRP0 NCS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP	55.01 Oto-rhino-laryngologie
Mme CHENARD-NEU Marie-Pierre P0041	NRP0 CS	• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre	42.03 Anatomie et cytologie pathologiques (option biologique)
CLAVERT Philippe P0044	NRP0 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Orthopédie-Traumatologie du Membre supérieur / HP	42.01 Anatomie (option clinique, orthopédie traumatologique)
COLLANGE Olivier P0193	NRP0 NCS	• Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésiologie-Réanimation Chirurgicale / NHC	48.01 Anesthésiologie-Réanimation ; Médecine d'urgence (option Anesthésiologie- Réanimation - Type clinique)
COLLONGUES Nicolas M0016 / PO220	NRP0 NCS	• Pôle Tête et Cou-CETD - Centre d'Investigation Clinique / NHC et HP	49.01 Neurologie
CRIBIER Bernard P0045	NRP0 CS	• Pôle d'Urologie, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	50.03 Dermato-Vénérologie
de BLAY de GAIX Frédéric P0048	RP0 CS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil	51.01 Pneumologie
de SEZE Jérôme P0057	NRP0 CS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Centre d'Investigation Clinique (CIC) - AX5 / Hôp. de Hautepierre	49.01 Neurologie
DEBRY Christian P0049	RP0 CS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP	55.01 Oto-rhino-laryngologie
DERUELLE Philippe P0199	RP0 NCS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / Hôpital de Hautepierre	54.03 Gynécologie-Obstétrique; gynécologie médicale: option gynécologie-obstétrique
Mme DOLLFUS-WALTMANN Hélène P0054	NRP0 CS	• Pôle de Biologie - Service de Génétique Médicale / Hôpital de Hautepierre	47.04 Génétique (type clinique)
EHLINGER Matthieu P0188	NRP0 NCS	• Pôle de l'Appareil Locomoteur - Service d'Orthopédie-Traumatologie du membre inférieur / HP	50.02 Chirurgie Orthopédique et Traumatologique
Mme ENTZ-WERLE Natacha P0059	NRP0 NCS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie III / Hôpital de Hautepierre	54.01 Pédiatrie
Mme FACCA Sybille P0179	NRP0 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie de la Main - SOS Main / Hôp. Hautepierre	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mme FAFI-KREMER Samira P0060	NRP0 CS	• Pôle de Biologie - Laboratoire (Institut) de Virologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Bactériologie-Virologie ; Hygiène Hospitalière Option Bactériologie-Virologie biologique
FAITOT François P0216	NRP0 NCS	• Pôle de Pathologie digestives, hépatiques et de la transplantation - Serv. de chirurgie générale, hépatique et endocrinienne et Transplantation / HP	53.02 Chirurgie générale
FALCOZ Pierre-Emmanuel P0052	NRP0 NCS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Chirurgie Thoracique / Nouvel Hôpital Civil	51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
FORNECKER Luc-Matthieu P0208	NRP0 NCS	• Pôle d'Oncolo-Hématologie - Service d'hématologie / ICANS	47.01 Hématologie ; Transfusion Option : Hématologie
GALLIX Benoit P0214	NCS	• IHU - Institut Hospitalo-Universitaire - Hôpital Civil	43.02 Radiologie et imagerie médicale
GANGI Afshin P0062	RP0 CS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventionnelle / Nouvel Hôpital Civil	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
GARNON Julien P0221	NRP0 NCS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventionnelle / Nouvel Hôpital Civil	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
GAUCHER David P0063	NRP0 NCS	• Pôle des Spécialités Médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil	55.02 Ophtalmologie
GENY Bernard P0064	NRP0 CS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option biologique)
GEORG Yannick P0200	NRP0 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Serv. de Chirurgie Vasculaire et de transplantation rénale / NHC	51.04 Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire/ Option : chirurgie vasculaire
GICQUEL Philippe P0065	NRP0 CS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie Pédiatrique / Hôpital de Hautepierre	54.02 Chirurgie infantile
GOICHOT Bernard P0066	NRP0 CS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Médecine interne et de nutrition / HP	54.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
Mme GONZALEZ Maria P0067	NRP0 CS	• Pôle de Santé publique et santé au travail - Service de Pathologie Professionnelle et Médecine du Travail/HC	46.02 Médecine et santé au travail Travail
GOTTENBERG Jacques-Éric P0068	NRP0 CS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital Hautepierre	50.01 Rhumatologie
HANNEDOUCHE Thierry P0071	NRP0 CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Néphrologie-Dialyse et Transplantation / NHC	52.03 Néphrologie
HANSMANN Yves P0072	RP0 NCS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service des Maladies infectieuses et tropicales / NHC	45.03 Option : Maladies infectieuses
Mme HELMS Julie M0114 / P0209	NRP0 NCS	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation Médicale / Nouvel Hôpital Civil	48.02 Médecine Intensive-Réanimation
HIRSCH Edouard P0075	NRP0 NCS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre	49.01 Neurologie
IMPERIALE Alessio P0194	NRP0 NCS	• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
ISNER-HOROBETI Marie-Eve P0189	RP0 CS	• Pôle de Médecine Physique et de Réadaptation - Institut Universitaire de Réadaptation / Clémenceau	49.05 Médecine Physique et Réadaptation
JAULHAC Benoît P0078	NRP0 CS	• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
Mme JEANDIDIER Nathalie P0079	NRP0 CS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service d'Endocrinologie, diabète et nutrition / HC	54.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
Mme JESEL-MOREL Laurence P0201	NRP0 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
KALTENBACH Georges P0081	RP0 CS	• Pôle de Gériatrie - Service de Médecine Interne - Gériatrie / Hôpital de la Robertsau - Secteur Evaluation - Gériatrie / Hôpital de la Robertsau	53.01 Option : gériatrie et biologie du vieillissement

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
Mme KESSLER Laurence P0084	NRP0 NCS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIFNED) - Serv. d'Endocrinologie, Diabète, Nutrition et Addictologie/ Méd.B/HC	54.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
KESSLER Romain P0085	NRP0 NCS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil	51.01 Pneumologie
KINDO Michel P0195	NRP0 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie Cardio-vasculaire / Nouvel Hôpital Civil	51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
Mme KORGANOW Anne-Sophie P0087	NRP0 CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne et d'Immunologie Clinique / NHC	47.03 Immunologie (option clinique)
KREMER Stéphane M0038 / P0174	NRP0 CS	• Pôle d'Imagerie - Service Imagerie II - Neuroradio Ostéoarticulaire - Pédiatrie / HP	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
KUHN Pierre P0175	NRP0 CS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Serv. de Néonatalogie et Réanimation néonatale (Pédiatrie II)/HP	54.01 Pédiatrie
KURTZ Jean-Emmanuel P0089	RP0 NCS	• Pôle d'Onco-Hématologie - Service d'hématologie / ICANS	47.02 Option : Cancérologie (clinique)
Mme LALANNE Laurence P0202	NRP0 CS	• Pôle de Psychiatrie, Santé mentale et Addictologie - Service d'Addictologie / Hôpital Civil	49.03 Psychiatrie d'adultes ; Addictologie (Option : Addictologie)
LANG Hervé P0090	NRP0 NCS	• Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillofaciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Urologique / Nouvel Hôpital Civil	52.04 Urologie
LAUGEL Vincent P0092	RP0 CS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie 1 / Hôpital Hautepierre	54.01 Pédiatrie
Mme LEJAY Anne M0102 / P0217	NRP0 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale cardiovasculaire - Service de Chirurgie vasculaire et de Transplantation rénale / NHC	51.04 Option : Chirurgie vasculaire
LE MINOR Jean-Marie P0190	NRP0 NCS	• Pôle d'Imagerie - Institut d'Anatomie Normale / Faculté de Médecine - Service de Neuroradiologie, d'imagerie Ostéoarticulaire et interventionnelle/ Hôpital de Hautepierre	42.01 Anatomie
LESSINGER Jean-Marc P0	RP0 CS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie générale et spécialisée / LBGS / NHC - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / Hautepierre	82.00 Sciences Biologiques de Pharmacie
LIPSKER Dan P0093	NRP0 NCS	• Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillofaciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	50.03 Dermato-vénéréologie
LIVERNEAUX Philippe P0094	RP0 NCS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie de la Main - SOS Main / Hôp. de Hautepierre	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
MALOUF Gabriel P0203	NRP0 NCS	• Pôle d'Onco-hématologie - Service d'Oncologie médicale / ICANS	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie
MARK Manuel P0098	NRP0 NCS	• Pôle de Biologie - Département Génomique fonctionnelle et cancer / IGBMC	54.05 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique)
MARTIN Thierry P0099	NRP0 NCS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne et d'Immunologie Clinique / NHC	47.03 Immunologie (option clinique)
Mme MASCAUX Céline P0210	NRP0 NCS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil	51.01 Pneumologie ; Addictologie
Mme MATHELIN Carole P0101	NRP0 CS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Unité de Sénologie / ICANS	54.03 Gynécologie-Obstétrique ; Gynécologie Médicale
MAUVIEUX Laurent P0102	NRP0 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
MAZZUCOTELLI Jean-Philippe P0103	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 P0222	NRP0 NCS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale/PTM HUS	45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
MERTES Paul-Michel P0104	RP0 CS	• Pôle d'Anesthésiologie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésiologie-Réanimation chirurgicale / NHC	48.01 Option : Anesthésiologie-Réanimation (type mixte)
MEYER Alain M0093 / P0223	NRP0 NCS	• Institut de Physiologie / Faculté de Médecine • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option biologique)
MEYER Nicolas P0105	NRP0 NCS	• Pôle de Santé publique et Santé au travail - Laboratoire de Biostatistiques / Hôpital Civil • Biostatistiques et Informatique / Faculté de médecine / Hôp. Civil	46.04 Biostatistiques, Informatique Médicale et Technologies de Communication (option biologique)
MEZIANI Ferhat P0106	NRP0 CS	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation Médicale / Nouvel Hôpital Civil	48.02 Réanimation
MONASSIER Laurent P0107	NRP0 CS	• Pôle de Pharmacie-pharmacologie - Labo. de Neurobiologie et Pharmacologie cardio-vasculaire-EA7295 / Fac	48.03 Option : Pharmacologie fondamentale
MOREL Olivier P0108	NRP0 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
MOULIN Bruno P0109	NRP0 CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Néphrologie-Dialyse et Transplantation / NHC	52.03 Néphrologie
MUTTER Didier P0111	RP0 NCS	• Pôle Hépatodigestif de l'Hôpital Civil - Service de Chirurgie Viscérale et Digestive / NHC	52.02 Chirurgie digestive
NAMER Izzie Jacques P0112	NRP0 CS	• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
NOEL Georges P0114	NRP0 NCS	• Pôle d'Imagerie - Service de radiothérapie / ICANS	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option Radiothérapie biologique
NOLL Eric M0111 / P0218	NRP0 NCS	• Pôle d'Anesthésie Réanimation Chirurgicale SAMU-SMUR - Service Anesthésiologie et de Réanimation Chirurgicale - HP	48.01 Anesthésiologie-Réanimation
OHANA Mickael P0211	NRP0 NCS	• Pôle d'Imagerie - Serv. d'Imagerie B - Imagerie viscérale et cardio-vasculaire / NHC	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
OHLMANN Patrick P0115	RP0 CS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
Mme OLLAND Anne P0204	NRP0 NCS	• Pôle de Pathologie Thoracique - Service de Chirurgie thoracique / Nouvel Hôpital Civil	51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
Mme PAILLARD Catherine P0180	NRP0 CS	• Pôle médico-chirurgicale de Pédiatrie - Service de Pédiatrie III / Hôpital de Hautepierre	54.01 Pédiatrie
PELACCIA Thierry P0205	NRP0 NCS	• Pôle d'Anesthésie / Réanimation chirurgicales / SAMU-SMUR - Centre de formation et de recherche en pédagogie des sciences de la santé / Faculté	48.05 Réanimation ; Médecine d'urgence Option : Médecine d'urgences

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
Mme PERRETTA Silvana P0117	NRP0 NCS	• Pôle Hépato-digestif de l'Hôpital Civil - Service de Chirurgie Viscérale et Digestive / Nouvel Hôpital Civil	52.02 Chirurgie digestive
PESSAUX Patrick P0118	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 P0119	CDp	• ICANS - Département de médecine oncologique	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie Clinique
PIVOT Xavier P0206	NRP0 NCS	• ICANS - Département de médecine oncologique	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie Clinique
POTTECHER Julien P0181	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 P0123	NRP0 NCS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Médecine interne et nutrition / HP	44.04 Nutrition
PROUST François P0182	NRP0 CS	• Pôle Tête et Cou - Service de Neurochirurgie / Hôpital de Hautepierre	49.02 Neurochirurgie
Pr RAUL Jean-Sébastien P0125	NRP0 CS	• Pôle de Biologie - Service de Médecine Légale, Consultation d'Urgences médico-judiciaires et Laboratoire de Toxicologie / Faculté et NHC • Institut de Médecine Légale / Faculté de Médecine	46.03 Médecine Légale et droit de la santé
REIMUND Jean-Marie P0126	NRP0 NCS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Serv. d'Hépato-Gastro-Entérologie et d'Assistance Nutritive / HP	52.01 Option : Gastro-entérologie
Pr RICCI Roméo P0127	NRP0 NCS	• Pôle de Biologie - Département Biologie du développement et cellules souches / IGBMC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
ROHR Serge P0128	NRP0 CS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
ROMAIN Benoît M0061 / P0224	NRP0 NCS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
Mme ROSSIGNOL -BERNARD Sylvie P0196	NRP0 NCS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie I / Hôpital de Hautepierre	54.01 Pédiatrie
ROUL Gérard P0129	NRP0 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
Mme ROY Catherine P0140	NRP0 CS	• Pôle d'Imagerie - Serv. d'Imagerie B - Imagerie viscérale et cardio-vasculaire / NHC	43.02 Radiologie et imagerie médicale (opt clinique)
SANANES Nicolas P0212	NRP0 NCS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique/ HP	54.03 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale Option : Gynécologie-Obstétrique
SAUER Arnaud P0183	NRP0 NCS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil	55.02 Ophtalmologie
SAULEAU Erik-André P0184	NRP0 NCS	• Pôle de Santé publique et Santé au travail - Service de Santé Publique / Hôpital Civil • Biostatistiques et Informatique / Faculté de médecine / HC	46.04 Biostatistiques, Informatique médicale et Technologies de Communication (option biologique)
SAUSSINE Christian P0143	RP0 CS	• Pôle d'Urologie, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Urologique / Nouvel Hôpital Civil	52.04 Urologie
Mme SCHATZ Claude P0147	NRP0 CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil	55.02 Ophtalmologie
Mme SCHLUTH-BOLARD Caroline P0225	NRP0 NCS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic Génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique (option biologique)
SCHNEIDER Francis P0144	NRP0 CS	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Hôpital de Hautepierre	48.02 Réanimation
Mme SCHRÖDER Carmen P0185	NRP0 CS	• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychothérapie pour Enfants et Adolescents / HC	49.04 Pédopsychiatrie ; Addictologie
SCHULTZ Philippe P0145	NRP0 NCS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP	55.01 Oto-rhino-laryngologie
SERFATY Lawrence P0197	NRP0 CS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service d'Hépato-Gastro-Entérologie et d'Assistance Nutritive/HP	52.01 Gastro-entérologie ; Hépatologie ; Addictologie Option : Hépatologie
SIBILIA Jean P0146	NRP0 NCS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital Hautepierre	50.01 Rhumatologie
STEPHAN Dominique P0150	NRP0 CS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Serv. des Maladies vasculaires-HTA-Pharmacologie clinique/NHC	51.04 Option : Médecine vasculaire
THAVEAU Fabien P0152	NRP0 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie vasculaire et de transplantation rénale / NHC	51.04 Option : Chirurgie vasculaire
Mme TRANCHANT Christine P0153	NRP0 CS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre	49.01 Neurologie
VELLON Francis P0155	NRP0 CS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie 1 - Imagerie viscérale, ORL et mammaire / HP	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
VELTEN Michel P0156	NRP0 NCS	• Pôle de Santé publique et Santé au travail - Département de Santé Publique / Secteur 3 - Epidémiologie et Economie de la Santé / Hôpital Civil • Laboratoire d'Epidémiologie et de santé publique / HC / Faculté	46.01 Epidémiologie, économie de la santé et prévention (option biologique)
VETTER Denis P0157	NRP0 NCS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Médecine Interne, Diabète et Maladies métaboliques/HC	52.01 Option : Gastro-entérologie
VIDAILHET Pierre P0158	NRP0 CS	• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie d'Urgences, de liaison et de Psychotraumatologie / Hôpital Civil	49.03 Psychiatrie d'adultes
VIVILLE Stéphane P0159	NRP0 NCS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Pathologies tropicales /Faculté	54.05 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique)
VOGEL Thomas P0160	NRP0 CS	• Pôle de Gériatrie - Serv. de soins de suite et réadaptation gériatrique/Hôp.Robertsau	51.01 Option : Gériatrie et biologie du vieillissement
WEBER Jean-Christophe Pierre P0162	NRP0 CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne / Nouvel Hôpital Civil	53.01 Option : Médecine Interne

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
WOLF Philippe P0207	NRP0 NCS	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie Générale et de Transplantations multiorganes / HP - Coordonnateur des activités de prélèvements et transplantations des HU 	53.02 Chirurgie générale
Mme WOLFF Valérie P0001	NRP0 CS	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle Tête et Cou - Unité Neurovasculaire / Hôpital de Hautepierre 	49.01 Neurologie

HC : Hôpital Civil - HP : Hôpital de Hautepierre - NHC : Nouvel Hôpital Civil - PTM = Plateau technique de microbiologie

* : CS (Chef de service) ou NCS (Non Chef de service hospitalier) Cspi : Chef de service par intérim CSP : Chef de service provisoire (un an)

CU : Chef d'unité fonctionnelle

Pô : Pôle RPô (Responsable de Pôle) ou NRPô (Non Responsable de Pôle)

Cons. : Consultanat hospitalier (poursuite des fonctions hospitalières sans chef de service) Dir : Directeur

(1) En surnombre universitaire jusqu'au 31.08.2018

(3) (7) Consultant hospitalier (pour un an) éventuellement renouvelable --> 31.08.2017

(5) En surnombre universitaire jusqu'au 31.08.2019 (8) Consultant hospitalier (pour une 2ème année) --> 31.08.2017

(6) En surnombre universitaire jusqu'au 31.08.2017 (9) Consultant hospitalier (pour une 3ème année) --> 31.08.2017

A4 - PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
CALVEL Laurent	NRP0 CS	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Soins palliatifs / NHC 	46.05 Médecine palliative
HABERSETZER François	CS	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle Hépato-digestif - Service de Gastro-Entérologie - NHC 	52.01 Gastro-Entérologie
MIYAZAKI Toru		<ul style="list-style-type: none"> • Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie Biologique / HC 	
SALVAT Eric	CS	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle Tête-Cou - Centre d'Evaluation et de Traitement de la Douleur / HP 	

B1 - MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (MCU-PH)

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
MO142			
AGIN Arnaud M0001		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et Médecine nucléaire
Mme ANTONI Delphine M0109		• Pôle d'Imagerie - Service de Radiothérapie / ICANS	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie
Mme AYME-DIETRICH Estelle M0117		• Pôle de Pharmacologie - Unité de Pharmacologie clinique / Faculté de Médecine	48.03 Pharmacologie fondamentale : pharmacologie clinique ; addictologie Option : pharmacologie fondamentale
Mme BIANCALANA Valérie M0008		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic Génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique (option biologique)
BLONDET Cyrille M0091		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire (option clinique)
BOUSIGES Olivier M0092		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
Mme BRU Valérie M0045		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale/PTM HUS • Institut de Parasitologie / Faculté de Médecine	45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
Mme BUND Caroline M0129		• Pôle d'Imagerie - Service de médecine nucléaire et imagerie moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
CARAPITO Raphaël M0113		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil	47.03 Immunologie
CAZZATO Roberto M0118		• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventionnelle / NHC	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
Mme CEBULA Hélène M0124		• Pôle Tête-Cou - Service de Neurochirurgie / HP	49.02 Neurochirurgie
CERALINE Jocelyn M0012		• Pôle de Biologie - Département de Biologie structurale Intégrative / IGBMC	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie (option biologique)
CERRIER Thomas M0136		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil	47.03 Immunologie (option biologique)
CHOQUET Philippe M0014		• Pôle d'Imagerie - UF6237 - Imagerie Préclinique / HP	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
CLERE-JEHL Raphaël M0137		• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Hôpital de Hautepierre	48.02 Réanimation
Mme CORDEANU Elena Mihaela M0138		• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Serv. des Maladies vasculaires-HTA-Pharmacologie clinique/NHC	51.04 Option : Médecine vasculaire
DALI-YOUCF Ahmed Nassim M0017		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et Biologie moléculaire / NHC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
DELHORME Jean-Baptiste M0130		• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
DEVYS Didier M0019		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique (option biologique)
Mme DINKELACKER Véra M0131		• Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre	49.01 Neurologie
DOLLÉ Pascal M0021		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et biologie moléculaire / NHC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
Mme ENACHE Irina M0024		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / IGBMC	44.02 Physiologie
Mme FARRUGIA-JACAMON Audrey M0034		• Pôle de Biologie - Service de Médecine Légale, Consultation d'Urgences médico-judiciaires et Laboratoire de Toxicologie / Faculté et HC • Institut de Médecine Légale / Faculté de Médecine	46.03 Médecine Légale et droit de la santé
FELTEN Renaud M0139		• Pôle Tête et Cou - CETD - Centre d'Investigation Clinique (CIC) - AX5 / Hôpital de Hautepierre	48.04 Thérapeutique, Médecine de la douleur, Addictologie
FILISSETTI Denis M0025	CS	• Pôle de Biologie - Labo. de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS et Faculté	45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
FOUCHER Jack M0027		• Institut de Physiologie / Faculté de Médecine • Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil	44.02 Physiologie (option clinique)
GANTNER Pierre M0132		• Pôle de Biologie - Laboratoire (Institut) de Virologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Bactériologie-Virologie ; Hygiène Hospitalière Option Bactériologie-Virologie biologique
GIES Vincent M0140		• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne et d'Immunologie Clinique / NHC	47.03 Immunologie (option clinique)
GRILLON Antoine M0133		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
GUERIN Eric M0032		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.03 Biologie cellulaire (option biologique)
GUFFROY Aurélien M0125		• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine interne et d'Immunologie clinique / NHC	47.03 Immunologie (option clinique)
Mme HARSAN-RASTEI Laura M0119		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
HUBELE Fabrice M0033		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS - Service de Biophysique et de Médecine Nucléaire / NHC	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
KASTNER Philippe M0089		• Pôle de Biologie - Département Génomique fonctionnelle et cancer / IGBMC	47.04 Génétique (option biologique)
Mme KEMMEL Véronique M0036		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
KOCH Guillaume M0126		- Institut d'Anatomie Normale / Faculté de Médecine	42.01 Anatomie (Option clinique)
Mme KRASNY-PACINI Agata M0134		• Pôle de Médecine Physique et de Réadaptation - Institut Universitaire de Réadaptation / Clémenceau	49.05 Médecine Physique et Réadaptation
Mme LAMOUR Valérie M0040		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
Mme LANNES Béatrice M0041		• Institut d'Histologie / Faculté de Médecine • Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre	42.02 Histologie, Embryologie et Cytogénétique (option biologique)
LAVAUX Thomas M0042		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.03 Biologie cellulaire

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
LENORMAND Cédric M0103		• Pôle de Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	50.03 Dermato-Vénérologie
HERMITTE Benoît M0115		• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Haute-pierre	42.03 Anatomie et cytologie pathologiques
LUTZ Jean-Christophe M0046		• Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillofaciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Plastique et Maxillo-faciale / Hôpital Civil	55.03 Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
MIGUET Laurent M0047		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Hématologie biologique / Hôpital de Haute-pierre et NHC	44.03 Biologie cellulaire (type mixte : biologique)
Mme MOUTOU Céline ép. GUNTNER M0049	CS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic préimplantatoire / CMCO Schiltigheim	54.05 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique)
MULLER Jean M0050		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique (option biologique)
Mme NICOLAE Alina M0127		• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Haute-pierre	42.03 Anatomie et Cytologie Pathologiques (Option Clinique)
Mme NOURRY Nathalie M0011		• Pôle de Santé publique et Santé au travail - Serv. de Pathologie professionnelle et de Médecine du travail/HC	46.02 Médecine et Santé au Travail (option clinique)
PENCREAC'H Erwan M0052		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et biologie moléculaire / NHC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
PFAFF Alexander M0053		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale /PTM HUS	45.02 Parasitologie et mycologie
Mme PITON Amélie M0094		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / NHC	47.04 Génétique (option biologique)
Mme PORTER Louise M0135		• Pôle de Biologie - Service de Génétique Médicale / Hôpital de Haute-pierre	47.04 Génétique (type clinique)
PREVOST Gilles M0057		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
Mme RADOSAVLJEVIC Mirjana M0058		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil	47.03 Immunologie (option biologique)
Mme REIX Nathalie M0095		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et Biologie moléculaire / NHC - Service de Chirurgie / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
Mme RIOU Marianne M0141		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option clinique)
ROGUE Patrick (cf. A2) M0060		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie Générale et Spécialisée / NHC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire (option biologique)
Mme ROLLAND Delphine M0121		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Hématologie biologique / Haute-pierre	47.01 Hématologie ; transfusion (type mixte : Hématologie)
Mme RUPPERT Elisabeth M0106		• Pôle Tête et Cou - Service de Neurologie - Unité de Pathologie du Sommeil / HC	49.01 Neurologie
Mme SABOU Alina M0096		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale/PTM HUS - Institut de Parasitologie / Faculté de Médecine	45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
Mme SCHEIDECKER Sophie M0122		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique
SCHRAMM Frédéric M0068		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
Mme SOLIS Morgane M0123		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Virologie / Hôpital de Haute-pierre	45.01 Bactériologie-Virologie ; hygiène hospitalière Option : Bactériologie-Virologie
Mme SORDET Christelle M0069		• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital de Haute-pierre	50.01 Rhumatologie
Mme TALAGRAND-REBOUL Emilie M0142		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
TALHA Samy M0070		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option clinique)
Mme TALON Isabelle M0039		• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie Pédiatrique / Hôpital Haute-pierre	54.02 Chirurgie infantile
TELETIN Marius M0071		• Pôle de Biologie - Service de Biologie de la Reproduction / CMCO Schiltigheim	54.05 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique)
VALLAT Laurent M0074		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie Biologique - Hôpital de Haute-pierre	47.01 Hématologie ; Transfusion Option Hématologie Biologique
Mme VELAY-RUSCH Aurélie M0128		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Virologie / Hôpital Civil	45.01 Bactériologie-Virologie ; Hygiène Hospitalière Option Bactériologie-Virologie biologique
Mme VILLARD Odile M0076		• Pôle de Biologie - Labo. de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS et Fac	45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
Mme WOLF Michèle M0010		• Chargé de mission - Administration générale - Direction de la Qualité / Hôpital Civil	48.03 Option : Pharmacologie fondamentale
Mme ZALOSZYC Ariane ép. MARCANTONI M0116		• Pôle Médico-Chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie I / Hôpital de Haute-pierre	54.01 Pédiatrie
ZOLL Joff rey M0077		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / HC	44.02 Physiologie (option clinique)

B2 - PROFESSEURS DES UNIVERSITES (monoappartenant)

Pr BONAHE Christian P0166

Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine

72. Epistémologie - Histoire des sciences et des Techniques

B3 - MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES (monoappartenant)

Mr KESSEL Nils	Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine	72.	Epistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
Mr LANDRE Lionel	ICUBE-UMR 7357 - Equipe IMIS / Faculté de Médecine	69.	Neurosciences
Mme MIRALLES Céilia	Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine	72.	Epistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
Mme SCARFONE Marianna	Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine	72.	Epistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
Mme THOMAS Marion	Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine	72.	Epistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
Mr VAGNERON Frédéric	Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine	72.	Epistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
Mr ZIMMER Alexis	Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine	72.	Epistémologie - Histoire des sciences et des Techniques

C - ENSEIGNANTS ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE**C1 - PROFESSEURS ASSOCIES DES UNIVERSITES DE M. G. (mi-temps)**

Pr Ass. GRIES Jean-Luc	M0084	Médecine générale (01.09.2017)
Pre Ass. GROB-BERTHOU Anne	M0109	Médecine générale (01.09.2015)
Pr Ass. GUILLOU Philippe	M0089	Médecine générale (01.11.2013)
Pr Ass. HILD Philippe	M0090	Médecine générale (01.11.2013)
Pr Ass. ROUGERIE Fabien	M0097	Médecine générale (01.09.2014)

C2 - MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE - TITULAIRE

Dre CHAMBE Juliette	M0108	53.03 Médecine générale (01.09.2015)
Dr LORENZO Mathieu		53.03 Médecine générale

C3 - MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DES UNIVERSITES DE M. G. (mi-temps)

Dre DUMAS Claire		Médecine générale (01.09.2016 au 31.08.2019)
Dre SANSELME Anne-Elisabeth		Médecine générale
Dr SCHMITT Yannick		Médecine générale

D - ENSEIGNANTS DE LANGUES ETRANGERES**D1 - PROFESSEUR AGREGÉ, PRAG et PRCE DE LANGUES**

Mme ACKER-KESSLER Pia	M0085	Professeure certifiée d'Anglais (depuis 01.09.03)
Mme CANDAS Peggy	M0086	Professeure agrégée d'Anglais (depuis le 01.09.99)
Mme SIEBENBOUR Marie-Noëlle	M0087	Professeure certifiée d'Allemand (depuis 01.09.11)
Mme JUNGER Nicole	M0088	Professeure certifiée d'Anglais (depuis 01.09.09)
Mme MARTEN Susanne	M0098	Professeure certifiée d'Allemand (depuis 01.09.14)

E - PRATICIENS HOSPITALIERS - CHEFS DE SERVICE NON UNIVERSITAIRES

Dr ASTRUC Dominique	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Réanimation pédiatrique spécialisée et de surveillance continue / Hôpital de Hautepierre
Dr DE MARCHI Martin	• Pôle Oncologie médico-chirurgicale et d'Hématologie - Service d'Oncologie Médicale / ICANS
Mme Dre GERARD Bénédicte	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic Génétique / Nouvel Hôpital Civil
Mme Dre GOURIEUX Bénédicte	• Pôle de Pharmacie-pharmacologie - Service de Pharmacie-Stérilisation / Nouvel Hôpital Civil
Dr KARCHER Patrick	• Pôle de Gériatrie - Service de Soins de suite de Longue Durée et d'hébergement gériatrique / EHPAD / Hôpital de la Robertsau
Mme Dre LALLEMAN Lucie	• Pôle Urgences - SAMU67 - Médecine Intensive et Réanimation - Permanence d'accès aux soins de santé - La Boussole (PASS)
Dr LEFEBVRE Nicolas	• Pôle de Spécialités Médicales - Ophtalmologie - Hygiène (SMO) - Service des Maladies Infectieuses et Tropicales / Nouvel Hôpital Civil
Mme Dre LICHTBLAU Isabelle	• Pôle de Biologie - Laboratoire de biologie de la reproduction / CMCO de Schiltigheim
Mme Dre MARTIN-HUNYADI Catherine	• Pôle de Gériatrie - Secteur Evaluation / Hôpital de la Robertsau
Dr NISAND Gabriel	• Pôle de Santé Publique et Santé au travail - Service de Santé Publique - DIM / Hôpital Civil
Mme Dre PETIT Flore	• Pôle de Spécialités Médicales - Ophtalmologie - Hygiène (SMO) - UCSA
Dr PIRRELLO Olivier	• Pôle de Gynécologie et d'Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / CMCO
Dr REY David	• Pôle 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 Locomax - Service de Chirurgie Séptique / Hôpital de Hautepierre
Mme Dre RONGIERES Catherine	• Pôle de Gynécologie et d'Obstétrique - Centre Clinico Biologique d'AMP / CMC
Dr TCHOMAKOV Dimitar	• Pôle Médico-Chirurgical de Pédiatrie - Service des Urgences Médico-Chirurgicales pédiatriques / Hôpital de Hautepierre
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)
 - CHAMBON Pierre (Biochimie et biologie moléculaire)
 - MANDEL Jean-Louis (Génétique et biologie moléculaire et cellulaire)
- o **pour trois ans (1er avril 2019 au 31 mars 2022)**
 - Mme STEIB Annick (Anesthésie, Réanimation chirurgicale)
- o **pour trois ans (1er septembre 2019 au 31 août 2022)**
 - DUFOUR Patrick (Cancérologie clinique)
 - NISAND Israël (Gynécologie-obstétrique)
 - PINGET Michel (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques)
 - Mme QUOIX Elisabeth (Pneumologie)
- o **pour trois ans (1er septembre 2020 au 31 août 2023)**
 - BELLOCQ Jean-Pierre (Service de Pathologie)
 - DANION Jean-Marie (Psychiatrie)
 - KEMPF Jean-François (Chirurgie orthopédique et de la main)
 - KOPFERSCHMITT Jacques (Urgences médico-chirurgicales Adultes)
- o **pour trois ans (1er septembre 2021 au 31 août 2024)**
 - DANION Anne (Pédopsychiatrie, addictologie)
 - DIEMUNSCH Pierre (Anesthésiologie et Réanimation chirurgicale)
 - HERBRECHT Raoul (Hématologie)
 - STEIB Jean-Paul (Chirurgie du rachis)

F2 - PROFESSEUR des UNIVERSITES ASSOCIE (mi-temps)

M. SOLER Luc CNU-31 IRCAD (01.09.2009 - 30.09.2012 / renouvelé 01.10.2012-30.09.2015-30.09.2021)

F3 - PROFESSEURS CONVENTIONNÉS* DE L'UNIVERSITE

Pr CHARRON Dominique (2019-2020)
 Pr KINTZ Pascal (2019-2020)
 Pr LAND Walter G. (2019-2020)
 Pr MAHE Antoine (2019-2020)
 Pr MASTELLI Antoine (2019-2020)
 Pr REIS Jacques (2019-2020)
 Pre RONGIERES Catherine (2019-2020)

(* 4 années au maximum)

G1 - PROFESSEURS HONORAIRES

ADLOFF Michel (Chirurgie digestive) / 01.09.94
 BABIN Serge (Orthopédie et Traumatologie) / 01.09.01
 BALDAUF Jean-Jacques (Gynécologie obstétrique) / 01.09.21
 BAREISS Pierre (Cardiologie) / 01.09.12
 BATZENSCHLAGER André (Anatomie Pathologique) / 01.10.95
 BAUMANN René (Hépatogastro-entérologie) / 01.09.10
 BERGERAT Jean-Pierre (Cancérologie) / 01.01.16
 BERTHEL Marc (Gériatrie) / 01.09.18
 BIENZ Michel (Hygiène Hospitalière) / 01.09.04
 BLICKLE Jean-Frédéric (Médecine Interne) / 15.10.17
 BLOCH Pierre (Radiologie) / 01.10.95
 BOEHM-BURGER Nelly (Histologie) / 01.09.20
 BOURJAT Pierre (Radiologie) / 01.09.03
 BOUSQUET Pascal (Pharmacologie) / 01.09.19
 BRECHENMACHER Claude (Cardiologie) / 01.07.99
 BRETTE Jean-Philippe (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.10
 BURGHARD Guy (Pneumologie) / 01.10.86
 BURSZTEJN Claude (Pédopsychiatrie) / 01.09.18
 CANTINEAU Alain (Médecine et Santé au travail) / 01.09.15
 CAZENAVE Jean-Pierre (Hématologie) / 01.09.15
 CHAMPY Maxime (Stomatologie) / 01.10.95
 CHAUVIN Michel (Cardiologie) / 01.09.18
 CHELLY Jameleddine (Diagnostic génétique) / 01.09.20
 CINQUALBRE Jacques (Chirurgie générale) / 01.10.12
 CLAVERT Jean-Michel (Chirurgie infantile) / 31.10.16
 COLLARD Maurice (Neurologie) / 01.09.00
 CONSTANTINESCO André (Biophysique et médecine nucléaire) / 01.09.11
 DIETEMANN Jean-Louis (Radiologie) / 01.09.17
 DOFFOEL Michel (Gastroentérologie) / 01.09.17
 DUCLOS Bernard (Hépatogastro-Hépatologie) / 01.09.19
 DUPEYRON Jean-Pierre (Anesthésiologie-Réa.Chir.) / 01.09.13
 EISENMANN Bernard (Chirurgie cardio-vasculaire) / 01.04.10
 FABRE Michel (Cytologie et histologie) / 01.09.02
 FISCHBACH Michel (Pédiatrie) / 01.10.16
 FLAMENT Jacques (Ophtalmologie) / 01.09.09
 GAY Gérard (Hépatogastro-entérologie) / 01.09.13
 GERLINGER Pierre (Biol. de la Reproduction) / 01.09.04
 GRUCKER Daniel (Institut de Physique Biologique) / 01.09.21
 GUT Jean-Pierre (Virologie) / 01.09.14
 HASSELMANN Michel (Réanimation médicale) / 01.09.18
 HAUPTMANN Georges (Hématologie biologique) / 01.09.06
 HEID Ernest (Dermatologie) / 01.09.04
 IMLER Marc (Médecine interne) / 01.09.98
 JACQMIN Didier (Urologie) / 09.08.17
 JAECK Daniel (Chirurgie générale) / 01.09.11
 JESEL Michel (Médecine physique et réadaptation) / 01.09.04
 KAHN Jean-Luc (Anatomie) / 01.09.18
 KEHR Pierre (Chirurgie orthopédique) / 01.09.06
 KREMER Michel / 01.05.98
 KRETZ Jean-Georges (Chirurgie vasculaire) / 01.09.18
 KRIEGER Jean (Neurologie) / 01.01.07
 KUNTZ Jean-Louis (Rhumatologie) / 01.09.08
 KUNTZMANN Francis (Gériatrie) / 01.09.07
 KURTZ Daniel (Neurologie) / 01.09.98
 LANG Gabriel (Orthopédie et traumatologie) / 01.10.98
 LANGER Bruno (Gynécologie) / 01.11.19
 LEVY Jean-Marc (Pédiatrie) / 01.10.95
 LONSDORFER Jean (Physiologie) / 01.09.10
 LUTZ Patrick (Pédiatrie) / 01.09.16
 MAILLOT Claude (Anatomie normale) / 01.09.03
 MAITRE Michel (Biochimie et biol. moléculaire) / 01.09.13
 ORL / 01.09.10is (Génétique) / 01.09.16
 MANGIN Patrice (Médecine Légale) / 01.12.14
 MANTZ Jean-Marie (Réanimation médicale) / 01.10.94
 MARESCAUX Christian (Neurologie) / 01.09.19
 MARESCAUX Jacques (Chirurgie digestive) / 01.09.16
 MARK Jean-Joseph (Biochimie et biologie cellulaire) / 01.09.99
 MESSER Jean (Pédiatrie) / 01.09.07
 MEYER Christian (Chirurgie générale) / 01.09.13
 MEYER Pierre (Biostatistiques, informatique méd.) / 01.09.10
 MONTEIL Henri (Bactériologie) / 01.09.11
 MOSSARD Jean-Marie (Cardiologie) / 01.09.09
 OUDET Pierre (Biologie cellulaire) / 01.09.13
 PASQUALI Jean-Louis (Immunologie clinique) / 01.09.15
 PATRIS Michel (Psychiatrie) / 01.09.15
 Mme PAULI Gabrielle (Pneumologie) / 01.09.11
 PINGET Michel (Endocrinologie) / 01.09.19
 POTTECHER Thierry (Anesthésie-Réanimation) / 01.09.18
 REYS Philippe (Chirurgie générale) / 01.09.98
 RITTER Jean (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.02
 RUMPLER Yves (Biol. développement) / 01.09.10
 SANDNER Guy (Physiologie) / 01.09.14
 SAUDER Philippe (Réanimation médicale) / 01.09.20
 SALVAGE Paul (Chirurgie infantile) / 01.09.04
 SCHLAEDER Guy (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.01
 SCHLIENGER Jean-Louis (Médecine Interne) / 01.08.11
 SCHRAUB Simon (Radiothérapie) / 01.09.12
 SICK Henri (Anatomie Normale) / 01.09.06
 STIERLE Jean-Luc (ORL) / 01.09.10
 STOLL Claude (Génétique) / 01.09.09
 STOLL-KELLER Françoise (Virologie) / 01.09.15
 STORCK Daniel (Médecine interne) / 01.09.03
 TEMPE Jean-Daniel (Réanimation médicale) / 01.09.06
 TONGIO Jean (Radiologie) / 01.09.02
 TREISSER Alain (Gynécologie-Obstétrique) / 24.03.08
 VAUTRAVERS Philippe (Médecine physique et réadaptation) / 01.09.16
 VETTER Jean-Marie (Anatomie pathologique) / 01.09.13
 VINCENDON Guy (Biochimie) / 01.09.08
 WALTER Paul (Anatomie Pathologique) / 01.09.09
 WATTIEZ Arnaud (Gynécologie Obstétrique) / 01.09.21
 WIHLM Jean-Marie (Chirurgie thoracique) / 01.09.13
 WILK Astrid (Chirurgie maxillo-faciale) / 01.09.15
 WILLARD Daniel (Pédiatrie) / 01.09.96
 WOLFRAM-GABEL Renée (Anatomie) / 01.09.96

Légende des adresses :

FAC : Faculté de Médecine : 4, rue Kirschleger - F - 67085 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.68.85.35.20 - Fax : 03.68.85.35.18 ou 03.68.85.34.67

HOPITAUX UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG (HUS) :

- NHC : **Nouvel Hôpital Civil** : 1, place de l'Hôpital - BP 426 - F - 67091 Strasbourg Cedex - Tél. : 03 69 55 07 08
- HC : **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 Robertsau** : 83, rue Himmerich - F - 67015 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.11.55.11
- **Hôpital de l'Elsau** : 15, rue Cranach - 67200 Strasbourg - Tél. : 03.88.11.67.68

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

C.C.O.M. - Centre de Chirurgie Orthopédique et de la Main : 10, avenue Baumann - B.P. 96 - F - 67403 Illkirch Graff enstaden Cedex - Tél. : 03.88.55.20.00

E.F.S. : Etablissement Français du Sang - Alsace : 10, rue Spielmann - BP N°36 - 67065 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.21.25.25

Centre Régional de Lutte contre le cancer "Paul Strauss" - 3, rue de la Porte de l'Hôpital - F-67085 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.25.24.24

IURC - Institut Universitaire de Réadaptation Clemenceau - CHU de Strasbourg et UGECAM (Union pour la Gestion des Etablissements des Caisses d'Assurance Maladie) - 45 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

En présence des maîtres de cette école, de mes chers condisciples, je promets et je jure au nom de l'Être suprême d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Respectueux et reconnaissant envers mes maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères. Que les hommes m'accordent leur estime si je suis resté fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

REMERCIEMENTS

**A Monsieur le Professeur Julien GARNON,
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
dans le service d’Imagerie interventionnelle du CHU de Strasbourg**

Julien, tu me fais l’honneur d’accepter la présidence de cette thèse. Accepte pour cela ma plus sincère reconnaissance.

Merci pour ta confiance et de m’avoir confié ce sujet, sans toi ce travail n’existerait pas. J’espère que nous pourrons en mener d’autres.

C’est un réel plaisir d’apprendre de toi, tu transmets ton savoir avec une bonne humeur permanente, toujours avec une bonne blague à sortir au moment opportun. Ton excellence médicale et ta rigueur technique représentent l’élite de la radiologie interventionnelle. Tu es un véritable modèle pour moi.

Je n’ai qu’un seul regret : ne pas être suffisamment talentueux balle au pied pour te faire plus de passes décisives lors de nos sessions footballistiques endiablées.

Permetts-moi de te témoigner toute mon estime et toute la gratitude que j’ai d’être ton élève.

A Monsieur le Professeur Afshin GANGI,
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
dans le service d’Imagerie interventionnelle du CHU de Strasbourg

Prof, Boss, Patron, vous me faites l’honneur de participer à ce jury. Acceptez pour cela ma plus sincère reconnaissance.

Je ne saurai suffisamment vous remercier d’avoir pris le temps de répondre à mes questions avant de choisir notre belle spécialité à Strasbourg. Vous l’avez fait avec tout votre panache et toute votre passion. Il ne m’en fallait guère plus pour me convaincre de venir me former dans votre service.

Vous êtes un véritable meneur d’hommes. L’aura et le charisme qui émanent de vous ne cesseront jamais de m’impressionner. Les sommets que vous avez atteints imposent le plus profond des respects.

Permettez-moi de vous témoigner toute l’estime et la gratitude que j’ai d’être votre élève.

A Madame le Docteur Julia WEISS,

Praticien Hospitalier

dans le service d'Imagerie interventionnelle du CHU de Strasbourg

Julia, tu me fais l'honneur de diriger cette thèse. Accepte pour cela ma plus sincère reconnaissance.

Merci à toi pour le temps que tu m'as accordé et de m'avoir si bien épaulé durant la réalisation de ce travail. Toujours disponible quand j'en avais besoin, tu m'as apporté une aide précieuse du début à la fin. Je n'aurais pu espérer meilleur encadrement.

Ta bonne humeur permanente et ton énergie sont contagieuses, c'est un réel plaisir de travailler à tes côtés et d'apprendre de toi.

Permetts-moi de te témoigner toute mon estime et toute la gratitude que j'ai d'être ton élève.

**A Monsieur le Docteur Guillaume KOCH,
Maître de Conférence des Universités – Praticien Hospitalier
dans le service d’Imagerie interventionnelle du CHU de Strasbourg**

Guillaume, tu me fais l’honneur de participer à ce jury. Accepte pour cela ma plus sincère reconnaissance.

Merci à toi de m’avoir ouvert les portes du service du Professeur Gangi l’été précédent mon début d’internat. Cette visite a été déterminante dans ce que j’appellerai un des meilleurs choix de ma vie. Sans toi je ne serais peut-être pas là où j’en suis aujourd’hui.

En plus d’être un véritable puits de science, tu manies nos diverses sondes et aiguilles avec une précision aussi tranchante que ton humour, parfois acerbe mais dont l’effet sur les patients me laissera toujours pantois.

Permetts-moi de te témoigner toute mon estime et toute la gratitude que j’ai d’être ton élève.

A Monsieur le Docteur Gilles GOYAULT,

Praticien Libéral

dans le Groupe d'Explorations Radiologiques et Cardio-vasculaires à Strasbourg

Gilles, tu me fais l'honneur de participer à ce jury. Accepte pour cela ma plus sincère reconnaissance.

Je ne saurais suffisamment te remercier pour ta confiance et pour tout le savoir que tu m'as transmis. Tu as été le premier à me faire réellement progresser en interventionnelle vasculaire et à me confier des tâches complexes dans ce domaine ô combien pointu.

Ton maniement des guides et des cathéters est remarquable, je reste encore décontenancé par la facilité et la maîtrise totale avec lesquelles tu travailles.

Encore une fois merci pour l'accueil que tu m'as donné au sein de ton équipe, laquelle m'a apporté bien plus que de nouvelles connaissances et aptitudes techniques.

Permetts-moi de te témoigner toute mon estime et toute la gratitude que j'ai d'être ton élève.

A mes collègues de travail :

A mes autres maîtres de radiologie interventionnelle, dont j'ai été l'heureux élève ;
Aux **Drs. OSWALD** et **BRICIU** à Haguenau (puis à Rhéna avec Bogdan), vous avez été les premiers à m'initier à la radiologie interventionnelle pendant mon premier semestre.

A l'équipe de vasculaire du NHC, **Drs. BOATTA, DE MARINI** et **ENESCU**. Merci aussi à vous **Dr. JAHN**, je suis ressorti plus grand de cette expérience à vos côtés.

Aux **Drs. RAO** et **STEINBERGER** à Colmar. Pramod, tu es le médecin le plus humain que j'ai rencontré pendant mon cursus médical. Un grand merci à toi pour tout ce que tu m'as transmis.

Au reste de l'équipe du 2027 au NHC que je n'ai pas déjà remercié plus haut, les **Drs. CAZZATO, CAUDRELIER, AULOGE** et **AUTRUSSEAU**. Ce stage à vos côtés restera l'une de mes plus belles expériences professionnelles. J'ai hâte de revenir travailler à vos côtés.

Au **Dr. WOERLY** au GERC, avec Gilles. Bernard, tu m'as montré ce que c'est de se battre comme un lion, même dans les cas les plus complexes et désespérés. Ta ténacité est un exemple. J'ai également hâte de revenir apprendre avec vous.

A mes chefs en radiologie diagnostique ; Déborah, Isabelle et **Jeanne** à Hautepierre en viscéral, **François, Seyyid, FD, Monsieur Boujan** et **Pr. KREMER** en neuroradiologie, **Aissam, Vanina, Mickael** et **Pr. ROY** au NHC, **Thibault, Abtine** et **Pr. BIERRY** en ostéo-articulaire. Au **Dr. Charles MUSANDA**, pour m'avoir inspiré si tôt la passion de la radiologie.

A tous les paramédicaux sans qui la radiologie et la médecine ne pourraient avancer, **Serge, Justin, Lionel, Myriam, Alice, Pauline, Toy, Anna, Andrée, Sabrina, Garance, Manon, Jess, Madeline, Catherine, Céline, Corinne, Elise, Laura, Vanessa, Yannick**, et tous ceux que j'oublie.

A mes amis :

A mes co-internes ; merci à vous pour ces semestres tous plus incroyables les uns que les autres à vos côtés. Par chance ou malchance, ce n'est pas encore fini. Merci pour les souvenirs, nos exploits et prouesses toujours pleines d'intelligence à l'hôpital et surtout en dehors resteront à jamais gravés dans ma mémoire. A commencer par mes frères et ma sœur de promo, **Guillaume, Victor, Sophie**, vous êtes présents depuis le début de cette belle expérience, vous resterez à jamais les premiers. Au gang de la Bourrasque, **Jean**, définitivement un bon gôrs, si ce n'est le meilleur, **Seb**, comme je te l'ai déjà dit je regrette tellement qu'on ne se soit pas croisé plus tôt,

un véritable Mek en or, *Elias*, le plus beau d'entre nous, je ne te souhaite rien que le Big Love, *Henri*, le Toulousain magnifique, un garçon authentique comme on en croise bien trop peu, *Yassine*, l'unique radiologue spationaute, *Clément* dit Crémant ou Jack, Professeur *Wacki*, le *Dr. LE* sans ambiguïté mais toujours aussi fourbe, *Tracqui*, le Pierre Niney de la radiologie, *Baptiste*, un géant qui vous veut du bien, *Julien*, *Arnaud*, *Jules*, *Lucas*, *Adrien*, *Illyes*, *Corentin*, *Greg*, *Loïc*, mais aussi *Lucile*, *Lorane*, *Valentin*. Et tous les autres.

Aux copains de la fac, on a beaucoup traversé ensemble, de ce WEI en P2 jusqu'aux ECN, le voyage a été riche en émotions de toutes sortes, il continuera de l'être ; *Lucas*, le sang de la carotide, des garçons comme toi il en faudrait plus sur Terre, un cœur en or, *Nico*, un esprit vif au physique herculéen, le vrai numéro 10 de la Team, *Clément*, l'homme le plus doté d'entre tous, ne change rien, tu es la bonne humeur incarnée, *Valentin*, un génie pas comme les autres, tu ne cesseras de m'impressionner, *Matthias*, le comique de la bande, mais en même temps tellement plus, *Marie et Marion*, douceur et gentillesse à l'état pur, *Sophie* et *Justine*. Aux copains de l'équipe de la fac de basket, mon *Janko* pour commencer, avec le temps tu es devenu bien plus qu'un simple coéquipier, un confident mais aussi un ami véritable, *Ben*, *Jad*, *Valentin*, *Matt*, *Rémi*. A tous les autres, notamment *Gauthier*, *Lucas*, *Sacha*, *Romain*.

Aux amis des Vosges, pour commencer *Valentin*, *Christophe* et *Sarah*, d'aussi loin que je puisse me souvenir vous avez toujours été là, au collège avec *Vivien*, *Simon* et *Simon*, *Mélissa*, *Adrien*, *Elie*, au lycée avec mes fidèles zouaves, *Vivien*, *Marthe* et *Marie*, *Florent*, *Adeline*, *Ophélie*, *Stéphanie*, à l'aumônerie avec *Benjamin*, *Martin*, *Bastien*.

Et enfin à toi *Alex*. Mon deuxième frère. Je me rappelle de toi, assis une rangée juste devant moi dans le grand Amphi en P1 et l'un à côté de l'autre en TD. Je me disais que tu avais quand même l'air d'être un chic type et que si on passait tous les deux le concours, il serait temps de se rapprocher un peu plus. Grand bien nous a pris. Je ne me serais jamais douté que j'étais en fait tombé sur mon meilleur ami. J'ai l'impression qu'on a tout traversé ensemble, et que l'on pourra franchir encore tous les obstacles qui se présenteront sur notre passage. On a encore de beaux projets à réaliser tous les deux, je serai toujours présent et disponible pour toi, comme tu l'as été pour moi jusqu'ici. Merci à ta *Camille*, l'essence même de la gentillesse et de la douceur, je vous souhaite le meilleur à tous les deux sur tous les plans, vous le méritez.

A ma famille :

A **mes parents**, je ne pourrai jamais suffisamment vous remercier ni vous exprimer toute la reconnaissance que j'ai pour vous. Sachez qu'au moment d'écrire ces quelques mots je pleure comme une madeleine. Votre chemin de vie et les rudes épreuves que vous avez traversées pour vos enfants imposent le plus grand des respects. Vous avez absolument tout donné pour nous, avec un amour sans limite. Les valeurs et l'héritage que vous nous transmettez valent tout l'or du monde. Notre réussite est la vôtre. **Maman**, Sainte Hanaa, tu as littéralement sacrifié ta vie pour nous, en donnant tout ton temps et toute ton énergie, sans compter. Mon ingratitude ne te le rend pas toujours bien, mais sache que je t'aime du plus profond de mon âme et que je donnerai tout pour toi. Ton omniprésence et le sens du travail que tu m'as inculqué au cours de mon enfance a tracé ma route jusqu'à ce moment. **Papa**, tu seras à jamais mon modèle ultime, s'il y a une personne à laquelle je veux ressembler, c'est toi et personne d'autre. Tu as littéralement le cœur sur la main, tu voues ta vie à ton métier et aux personnes qui te sont chères. Il n'y a pas d'homme plus droit, plus respectueux et plus digne. Ton humanisme irradie autour de toi. Je t'aime avec tout l'amour qu'un fils peut te donner.

A **mon frère et ma sœur**, l'école de la vie a démarré avec vous, et elle ne cessera de se poursuivre. **Jimmy**, j'ai passé ma jeunesse à marcher dans tes pas. Tu es un modèle de réussite que je m'efforce d'atteindre, merci à toi d'avoir tracé le chemin, de m'avoir guidé jusqu'ici. La patience et la dévotion que tu montres avec tes filles sont impressionnantes. Je te remercie également pour ta contribution dans la réalisation de ce travail. Merci à toi aussi **Agathe**, tu as toujours été de bon conseil pour moi, ton calme et ta douceur associés à la boule d'énergie qu'est mon frère forment un parfait équilibre.

And finally, at last but not least, ma chère **Nana**, la magnifique personne que tu es devenue en grandissant me remplit de fierté. Tu as su tirer le meilleur de tes grands frères pour former un alliage parfait. Tu as tutoyé les sommets tout au long de ton parcours, il en reste encore d'autres devant toi, nul doute que tu les franchiras. Je t'aime petite sœur. Merci à toi aussi **Titouan** de faire son bonheur et prendre soin d'elle.

Au reste de la famille, à la mémoire de **jeddo Wajih** et **teta Bandar**, à **jeddo Jamil** et **teta Fauzieh**, **uncle Z**, **khalto Mariam**, **amto Susu**, **khalo Nader** et **Bassem**, **Sana** et **Elias**, tous les cousins cousines, **Anna** et **Albert**, et tous les autres, en Syrie ou ailleurs sur le globe.

A toi *Marie*, merci. L'amour et l'affection que tu me donnes font actuellement de moi un homme heureux. Merci de me supporter avec tous mes vilains défauts, de me faire rire en permanence avec ton si joli grain de folie. Tu es le rayon de soleil qui m'a sorti de la grisaille, la bulle de champagne qui fait frémir ma vie. Ce sentiment de pouvoir tout faire avec toi est juste magique. Vivement la suite de nos aventures, parce qu'avec toi, « la vie de château » c'est tous les jours. Je t'aime.

Table des matières

<i>INTRODUCTION</i>	23
<i>MATERIELS ET METHODES</i>	26
Population de l'étude	27
Collecte et analyse des données	28
Procédures.....	29
Analyse statistique.....	31
<i>RESULTATS</i>	32
Analyse descriptive.....	33
Analyse univariée	37
<i>DISCUSSION</i>	38
<i>CONCLUSION</i>	41
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	43
<i>LISTE DES ILLUSTRATIONS</i>	46
Figures	46
Tableaux	46
<i>ANNEXE : ARTICLE ORIGINAL</i>	47

INTRODUCTION

Plus de 1,9 million de nouveaux cas de cancer ont été diagnostiqués en 2022 rien qu'aux États-Unis, avec une maladie déjà métastatique dans la plupart des cas. La colonne vertébrale est la première localisation des métastases osseuses, touchée dans près de 40% des cas en raison de sa moelle rouge riche en vaisseaux (1,2). Ces lésions représentent un réel fardeau économique en termes de dépenses de santé (3). Elles sont également connues pour augmenter la morbidité et réduire la qualité de vie en raison de la douleur et des complications osseuses et neurologiques (4).

Le traitement des métastases vertébrales est historiquement basé sur une approche multidisciplinaire, impliquant les soins palliatifs, la radiothérapie et la chirurgie. Plus récemment, des procédures mini-invasives d'ablation thermique par radiofréquence (RF) et cryo-ablation ont été intégrées au parcours thérapeutique, que les lésions traitées soient bénignes ou malignes (5). Les traitements par ablation thermique percutanée guidée par l'imagerie sont validés pour le traitement des métastases vertébrales, avec des résultats probants sur la douleur et le contrôle local de la tumeur (6–10). La RF est basée sur la délivrance de hautes températures entre 50 et 100°C grâce à l'énergie créée par un courant électrique alternatif entre deux électrodes (une sur la sonde et l'autre sur une plaque de dispersion pour la radiofréquence monopolaire (RFm), deux sur la sonde pour la radiofréquence bipolaire (RFb)), tandis que la cryo-ablation (CA) est basée sur la décompression du gaz argon à travers une sonde, générant de basses températures jusqu'à -186°C par effet Joule-Thompson (11).

En raison de la proximité de structures importantes telles que la moelle épinière, les racines nerveuses et l'os spongieux adjacent, l'ablation thermique expose au risque de complications neurologiques majeures, de fracture par compression et de douleurs rachidiennes surajoutées

(12–15). Afin de prévenir ces effets indésirables, des techniques de protection thermique et une cimentoplastie peuvent être réalisées pendant ces interventions (16,17).

À notre connaissance, ces études n'ont cependant pas évalué spécifiquement l'impact potentiel de l'ablation thermique du rachis sur les disques et les plaques terminales adjacents. La lésion thermique de ces structures peut théoriquement entraîner une dégénérescence discale et une nécrose vertébrale, comme cela a été démontré dans un modèle animal (18). Cela peut être la source d'une douleur postopératoire prolongée indésirable, comme le suggèrent les conséquences d'une lésion thermique sur les composants articulaires de la hanche (19).

L'objectif principal de notre étude était d'évaluer le taux de lésions thermiques des disques et plateaux vertébraux adjacents après ablation thermique percutanée guidée par l'imagerie. L'objectif secondaire était de définir tout facteur pronostique relatif à ces complications.

MATERIELS ET METHODES

L'étude menée était rétrospective et monocentrique. Tous les patients ont donné leur consentement éclairé avant intervention et l'approbation du comité d'éthique de recherche de l'établissement a été recueillie.

Population de l'étude

Nous avons utilisé notre système d'information radiologique institutionnel pour retrouver tous les patients ayant bénéficié d'une ablation thermique pour une métastase vertébrale entre décembre 2008 et décembre 2021.

Les critères d'inclusion étaient l'ablation thermique par RFAm, RFAb ou CA de métastases vertébrales corporeales avec une intention curative ou palliative et la disponibilité d'une imagerie IRM avant et après procédure dans le mois suivant l'ablation. Les patients qui ne remplissaient pas l'ensemble des critères d'inclusion ont été exclus de la présente étude.

Nous avons inclus finalement 95 patients pour 109 ablations dans notre analyse (**Fig. 1**)

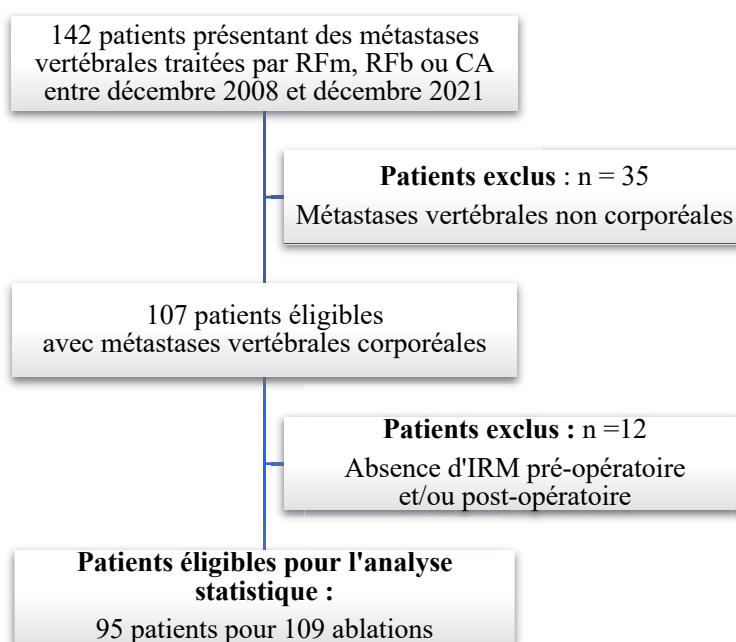


Figure 1. Diagramme de flux de l'étude.

Collecte et analyse des données

Les dossiers des patients et les imageries avant, pendant et après les interventions ont été examinés pour recueillir les informations concernant les données démographiques des patients, le site de la tumeur, le tassement vertébral et son grade selon la classification de Genant des fractures par compression ostéoporotique (grade 1 : perte de hauteur < 25 %, grade 2 : entre 25 et 40 %, grade 3 : > 40 %), l'ostéolyse corticale d'un ou des deux plateaux, la modalité d'ablation, le nombre de pédicules abordés, le nombre de sondes d'ablations, le centrage de la sonde dans le corps vertébral, l'hydro-dissection épidurale en cours d'intervention, et les signes de lésion thermique des disques et/ou plateaux adjacents.

Le centrage de la sonde d'ablation a été calculé comme un ratio entre la distance « plateau supérieur – pointe de la sonde » et la hauteur totale du corps vertébral, donnant ainsi une valeur comprise entre 0 et 1 (**Fig. 2**). Plus cette valeur augmente et plus la pointe est proche du plateau inférieur. La sonde est considérée comme bien centrée pour une valeur entre 0.4 et 0.6.

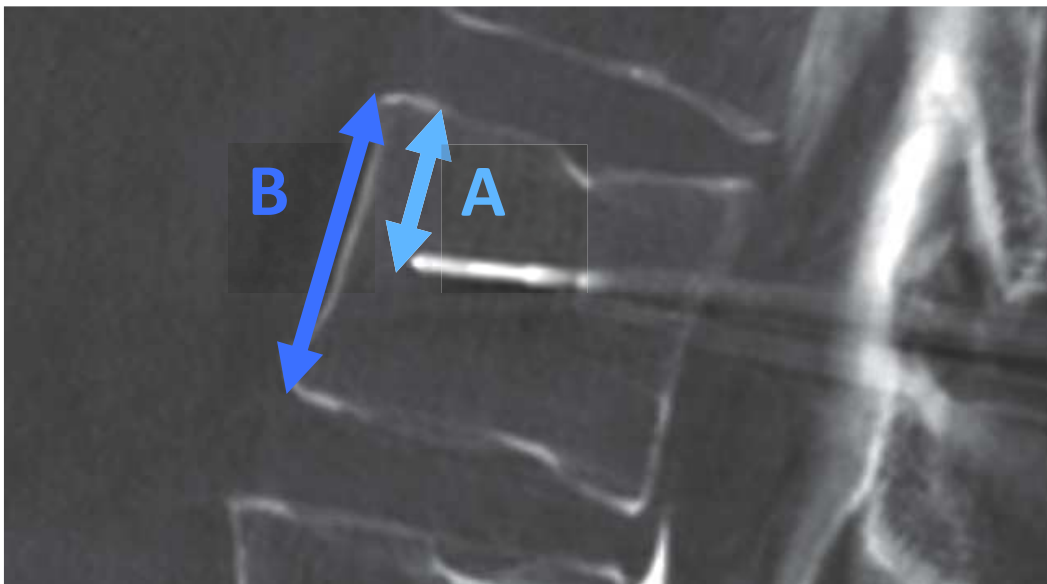


Figure 2. Image fluoroscopique per-opératoire, illustrant le calcul du ratio de centrage selon la formule $c = A/B$.

Nous avons comparé les IRM pré-opératoires et post-opératoires afin de définir les lésions thermiques des disques et plateaux adjacents. L'apparition d'un hypersignal T2 STIR sur un disque ou un plateau adjacent était considéré comme pathologique (**Fig. 3**). Cette analyse a été conduite par deux radiologues interventionnels.

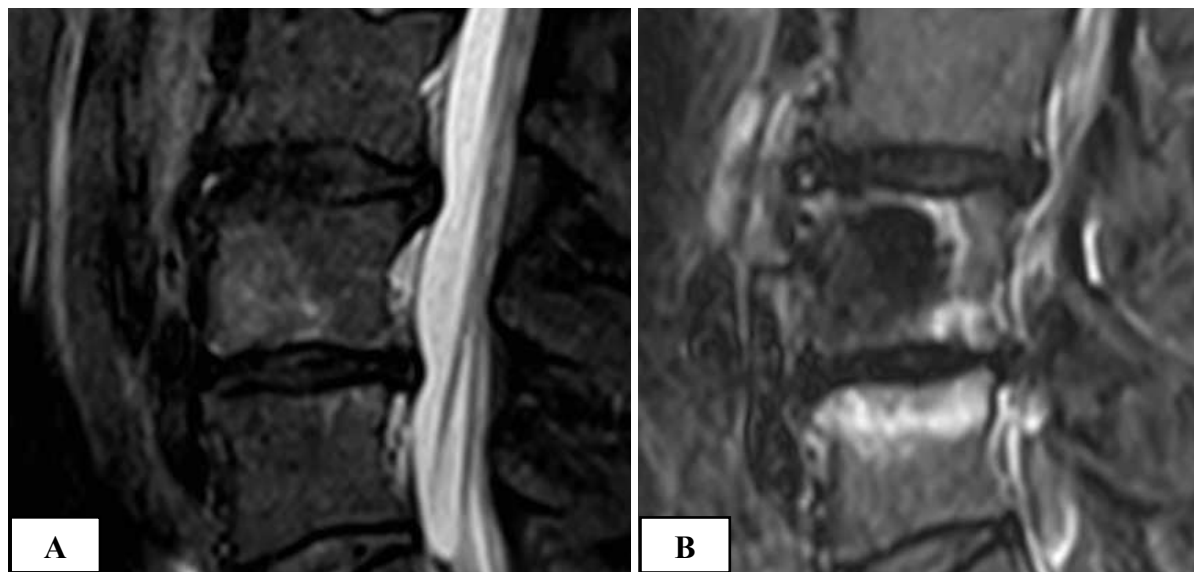


Figure 3. Apparition d'un hypersignal T2 STIR pathologique du plateau sous-jacent après thermo-ablation ; A. IRM pré-opératoire d'une métastase ; B. IRM post-opératoire.

Procédures

Toutes les procédures ont été réalisées par des radiologues interventionnels certifiés ayant au moins deux ans d'expérience en interventions rachidiennes. Toutes les ablations vertébrales ont été réalisées sous anesthésie générale, le patient couché en procubitus, en utilisant un guidage combinant la tomodensitométrie (TDM) et la fluoroscopie ou par tomodensitométrie à faisceau conique (CBCT).

Le choix de la modalité d'ablation dépendait principalement de la disponibilité, de l'aspect de la tumeur (lytique, mixte ou condensante) et de la présence d'une extension péri-vertébrale. L'approche unilatérale ou bilatérale était décidée en fonction de la taille de la lésion et de la modalité d'ablation retenue. En général, les tumeurs lytiques et mixtes confinées dans le corps vertébral ont été traitées par RFm (Cool-Tip, Medtronic, États-Unis) avant 2015, et par RFb (Osteocool, Medtronic, États-Unis / Starmed, Merrit Medical, États-Unis) après 2015. L'approche était généralement unilatérale avec la RFm et la RFb articulée, bilatérale avec la RFb utilisant des électrodes droites. Les tumeurs blastiques ou les tumeurs s'étendant dans l'espace prévertébral ou paravertébral étaient préférentiellement traitées par CA (VisualICE, Boston Scientific, États-Unis).

L'insertion du ou des trocars osseux d'accès a été effectuée par fluoroscopie avec des incidences intermittentes antéro-postérieure, latérale et oblique pour les niveaux thoracique (accès intercosto-vertébral ou trans-pédiculaire) et lombaire (accès trans-pédiculaire), tandis que les niveaux cervicaux étaient guidés par TDM (accès trans-pédiculaire). Une acquisition TDM ou CBCT supplémentaire était réalisée pour évaluer la position précise des dispositifs pendant leur mise en place chaque fois que cela était jugé nécessaire.

La thermométrie et l'hydro-dissection de l'espace épidual antérieur ont été laissées à la discrétion de l'opérateur. Dans notre centre, nous effectuons généralement une hydro-dissection épidurale antérieure à l'aide d'une aiguille de 18 Gauge, en injectant une solution glucosée électriquement inerte à 5% en cas de RF ou une solution saline isotonique pour la CA, diluée à 5% avec du produit de contraste iodé. Le thermocouple est généralement placé dans l'espace épidual antérieur, en arrière du mur postérieur, avec une tolérance de température allant de 20°C à 42°C.

Les protocoles d'ablation ont été réalisés conformément aux algorithmes recommandés par les constructeurs.

Une fois l'ablation terminée, une injection de ciment osseux au polyméthyl-méthacrylate a été effectuée sous fluoroscopie continue avec incidences latérale et antéropostérieure intermittentes, sauf pour les tumeurs blastiques pour lesquelles la cimentoplastie n'a pas été effectuée.

Les patients passaient la nuit en hospitalisation et sortaient dès lors qu'ils étaient jugés médicalement aptes, généralement le lendemain de l'intervention.

Lorsqu'elle a été réalisée, l'imagerie de suivi a été faite par IRM en utilisant le même protocole que l'imagerie pré-opératoire, c'est-à-dire avec des séquences sagittales et axiales T1, T2 avec saturation du signal de la graisse et T1 avec injection de Gadolinium et saturation du signal de la graisse.

Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée sur le logiciel p-value.io (Medistica). Les données quantitatives sont données en nombres et en pourcentages. Les données qualitatives sont données en moyennes, écart-type et limites.

Nous avons réalisé une analyse univariée en utilisant le test de Wilcoxon-Mann-Whitney et le test exact de Fischer. Une valeur de $p < 0.05$ était considérée comme statistiquement significative.

RESULTATS

Analyse descriptive

Les données des patients, des métastases, opératoires et d'imagerie figurent dans le **Tableau 1**.

Tableau 1. Caractéristiques des patients, des métastases, per-opératoires et radiographiques. Les variables quantitatives sont exprimées en moyenne \pm écart-type ; les chiffres entre parenthèses sont des limites. Les variables qualitatives sont exprimées en chiffres bruts ; les chiffres entre parenthèses sont des pourcentages.		
Patients		
Âge moyen		60.2 \pm 11.7 [27–78]
Hommes		34 (36%)
Femmes		61 (64%)
Niveaux traités	1	83 (87.4%)
	2	10 (10.5%)
	3	2 (2.1%)
Métastases		
Site	Lombaire	50 (45.9%)
	Thoracique	56 (50,4%)
	Cervical	3 (2.8%)
Données per-opératoires		
Modalité d'ablation	RFb	80 (73.4%)
	RFm	10 (9.2%)
	CA	19 (17.4%)
Guidage	TDM - fluoroscopie	82 (75%)
	CBCT	27 (25%)
Nombre de sondes	1	45 (41%)
	2	61 (56%)
	3	3 (3%)
Approche	Bilatérale	57 (52%)
	Unilatérale	52 (48%)
Hydro-dissection		68 (62%)
Centrage moyen de la sonde		0.52 \pm 0.1 [0.38–0.9]
Données radiographiques		
Tassement vertébral		49 (45%)
	Grade 1	13 (26,5%)
	Grade 2	16 (32,7%)
	Grade 3	20 (40,8 %)
Ostéolyse corticale		72 (66%)
Lésion thermique		8 (7.3%)

Au total, 109 ablations vertébrales ont été réalisées chez 95 patients, dont 61 femmes (âge moyen = 60,2 +/- 11,7 ans). Cinquante-six (51,4 %) tumeurs étaient situées dans le rachis thoracique, 50 (45,9 %) dans le rachis lombaire et 3 (2,8 %) dans le rachis cervical. Quarante-neuf (45 %) vertèbres présentaient un tassement, dont 13 (26,5 %) de grade I, 16 (32,7 %) de grade II et 20 (40,8 %) de grade III. Soixante-douze (66 %) tumeurs étaient associées à une ostéolyse corticale d'au moins un plateau vertébral.

La RFb a été utilisée pour 80 (73,4 %) niveaux rachidiens, la CA pour 19 (17,4 %) et la RFm pour les 10 (10,5 %) niveaux restants. Deux sondes ont été utilisées dans 61 (56%) cas, 1 sonde dans 45 (41%) cas et 3 sondes dans 3 (3%) cas. L'approche était bilatérale pour 57 (52 %) tumeurs et unilatérale pour 52 (48 %) tumeurs.

Le centrage moyen des sondes était de 0,52 +/- 0,1 (0,38 - 0,9). Pour 13 (11,9 %) tumeurs, les sondes ont été considérées comme mal centrées en raison d'un rapport inférieur à 0,4 ou supérieur à 0,6.

Au total, 8 (7,3 %) lésions thermiques de disques et/ou de plateaux adjacents ont été constatées. Il s'agissait de 2 ablations associées à une lésion discale (ablation en T12 et L1 chez un seul patient avec une lésion thermique du disque T12-L1), de 5 ablations associées à une lésion d'un ou des deux plateaux, et d'une ablation associée à une lésion discale et/ou de plateaux (**Fig. 4 & 5**). Parmi les 6 cas de lésion des plateaux vertébraux, 3 concernaient à la fois les plateaux vertébraux supérieur et inférieur des vertèbres adjacentes et 3 ne concernaient qu'un seul plateau vertébral adjacent. Les lésions sont survenues lors d'une RFb dans 5 cas (6,2 % des ablations RFb), RFm dans 2 cas (20 % des ablations RFm) et d'une CA (5,3 % des CA) dans 1 cas.

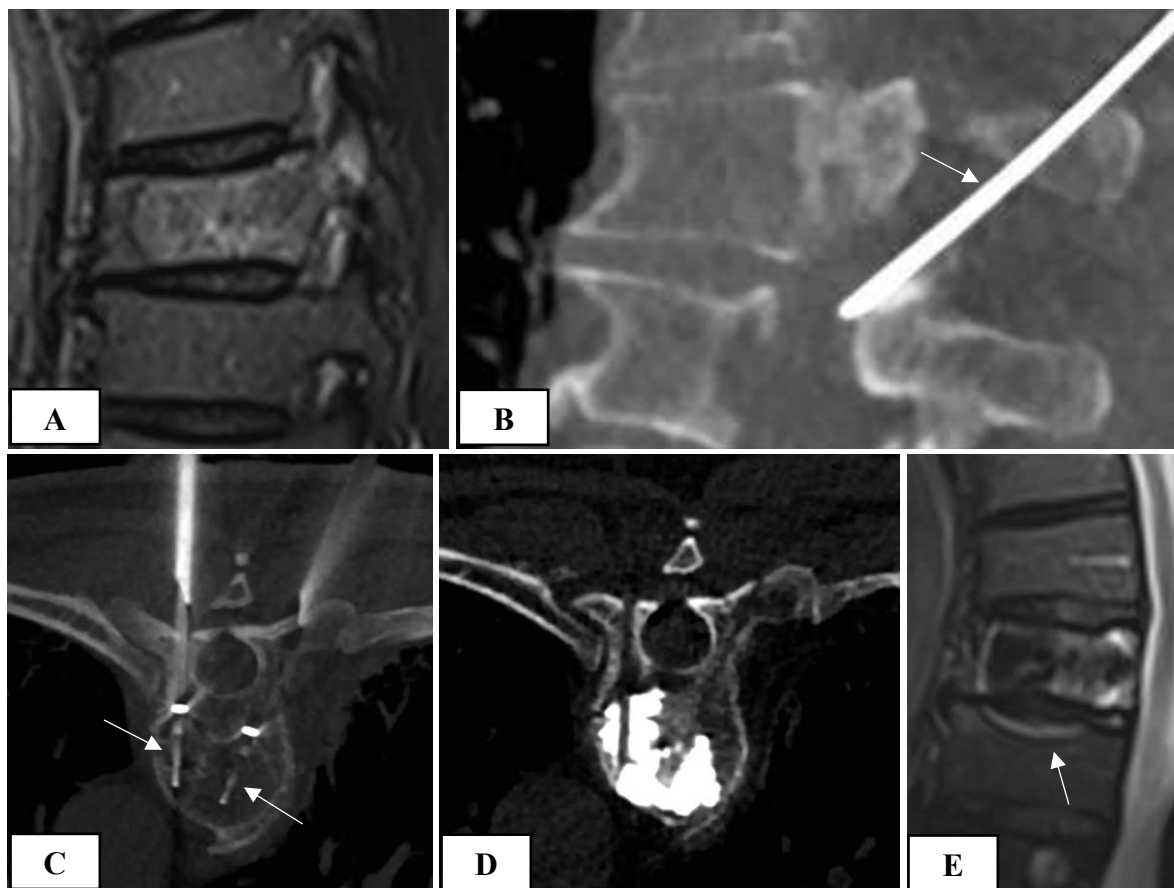


Figure 4. Ablation par RFb d'une métastase T9 chez un patient de 70 ans atteint d'un cancer du poumon métastatique. A. Image pré-opératoire sagittale T2 STIR montrant la métastase index ; B. L'hydrodissection et le contrôle thermique ont été effectués grâce à un système coaxial de calibre 18 G (flèche) inséré par voie transforaminale ; C. Une approche bipédiculaire a été réalisée avec deux aiguilles (flèches) ; D. Une vertébroplastie a été effectuée juste après l'ablation ; E. Image post-opératoire sagittale T2 STIR montrant un hypersignal pathologique du plateau sous-jacent (flèche).

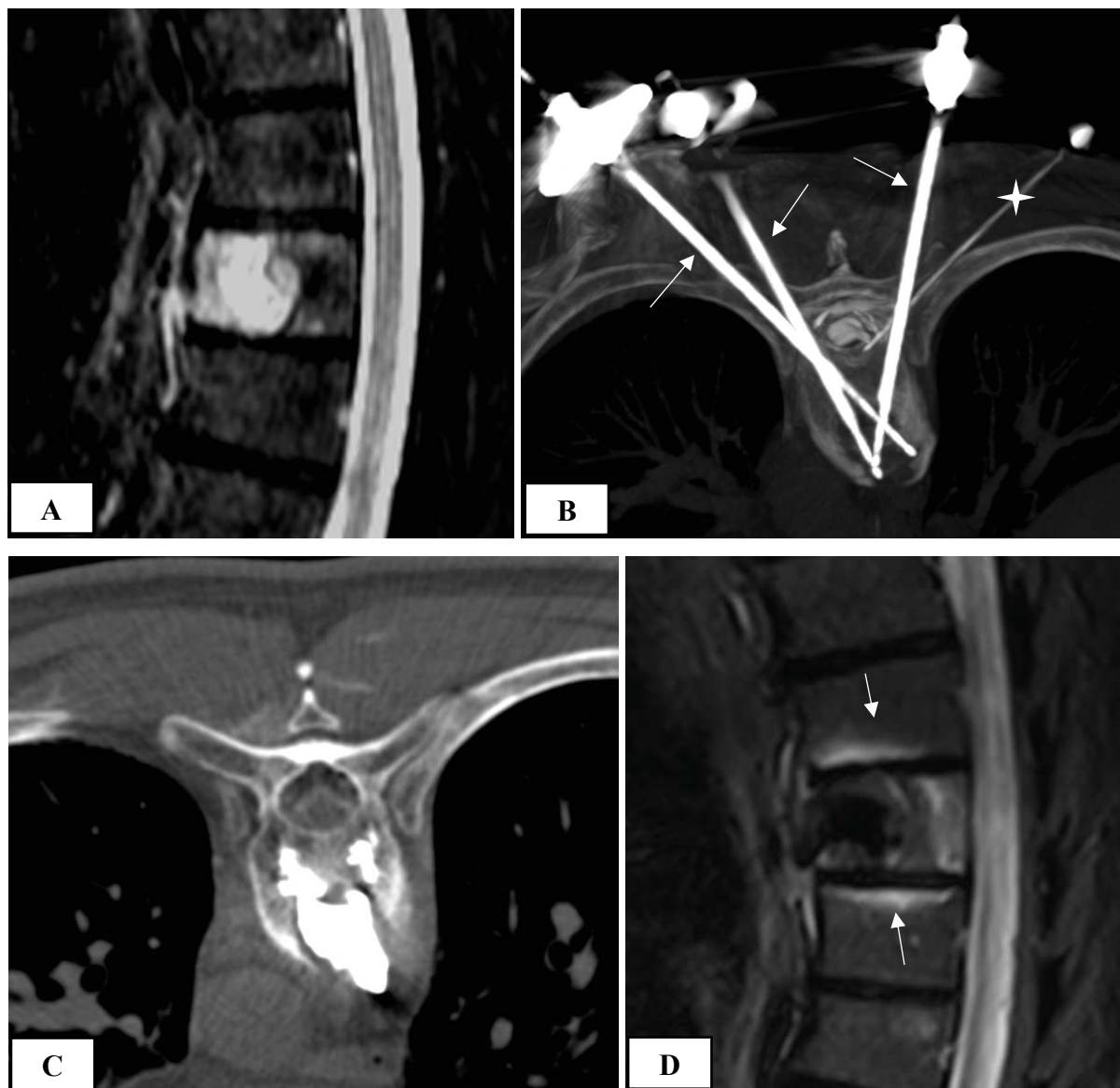


Figure 5. Cryo-ablation d'une métastase T8 chez un patient de 68 ans atteint d'un cancer du rein métastatique. A. Image pré-opératoire sagittale T2 STIR montrant la métastase index ; B. Une approche bilatérale à trois sondes a été réalisée, avec deux aiguilles insérées par la gauche (flèches) et un système coaxial de calibre 18 G permettant l'hydro-dissection et le suivi thermique (étoile) ; C. Une vertébroplastie a été effectuée juste après l'ablation ; D. Image post-opératoire sagittale T2 STIR montrant un hypersignal pathologique des plateaux sus- et sous-jacents (flèches).

Analyse univariée

Les résultats de l'analyse univariée sont résumés dans le **Tableau 2**. Le mauvais centrage de la sonde (ratio < 0,4 ou > 0,6) était le seul facteur pronostique de lésion thermique des disques et / ou des plateaux adjacents ($p = 0,01$). La modalité d'ablation ($p = 0,23$), le nombre de sondes ($p = 0,16$), l'approche ($p = 1$), la lyse de l'os cortical ($p = 0,44$) et la présence d'un tassement vertébral ($p = 0,29$) n'ont pas été identifiés comme des facteurs potentiels.

Tableau 2. Lésions thermiques des disques et plateaux en fonction des données opératoires et d'imagerie de 109 ablations spinales corporelles.

		Absence de lésion thermique (n = 101)	Lésion thermique (n = 8)	n	p	test
Modalité d'ablation	RFb	75 (74%)	5 (62%)	80	0.23	Fisher
	RFm	8 (8%)	2 (25%)	10	-	-
	CA	18 (18%)	1 (12%)	19	-	-
Approche	Bilatérale	53 (52%)	4 (50%)	57	1	Fisher
	Unilatérale	48 (48%)	4 (50%)	52	-	-
Nombre de sondes	1	41 (41%)	4 (50%)	45	0.16	Fisher
	2	58 (57%)	3 (38%)	61	-	-
	3	2 (2%)	1 (12%)	3	-	-
Hydro-dissection	oui	61 (60%)	7 (88%)	68	0.25	Fisher
	non	40 (40%)	1 (12%)	41	-	-
Centrage, médiane [Q25-75]		0.51 [0.48; 0.54]	0.60 [0.52; 0.70]	109	0.01	Mann-Whitney
Ostéolyse corticale	oui	68 (67%)	4 (50%)	72	0.44	Fisher
	non	33 (33%)	4 (50%)	37	-	-
Tassement vertébral	oui	47 (47%)	2 (25%)	49	0.29	Fisher
	non	54 (53%)	6 (75%)	60	-	-

DISCUSSION

Aujourd'hui, les techniques d'ablation thermique percutanées sont reconnues et validées pour la prise en charge des patients métastatiques, tant dans une optique de contrôle tumoral local que de soins palliatifs (20). En effet, l'ablation thermique associée à l'augmentation vertébrale permet une diminution significative de la douleur chez les patients atteints de tumeurs malignes de la colonne vertébrale. Comme le site métastatique préférentiel est connu pour être la colonne vertébrale, les radiologues interventionnels devraient aujourd'hui être conscients des complications de l'ablation du corps vertébral sur les structures adjacentes afin de les prévenir et rendre ces procédures plus sûres et plus reproductibles.

La présente étude illustre la survenue de lésions thermiques des disques et plateaux adjacents dans environ 7 % des cas. Bien qu'elles puissent encore être considérées comme peu fréquentes, leur prévalence semble supérieure à celle des complications neurologiques. Une étude récente portant sur les complications de la RF dans la colonne vertébrale chez 266 patients a montré un taux de complications de 3 %, dont un taux de complications neurologiques majeures inférieur à 0,5 % (21). La signification clinique d'un tel résultat reste inconnue, la nature rétrospective de notre étude ne nous permettant pas d'obtenir des données suffisamment robustes sur les scores pré-opératoires et post-opératoires de douleur. Compte tenu de la vaste littérature sur l'impact clinique des maladies dégénératives disco-vertébrales sur la douleur et les scores fonctionnels, il est probable que cette complication soit cliniquement pertinente (22). Nous estimons ainsi que les patients devraient recevoir une information dédiée concernant cette nouvelle complication spécifique de l'ablation thermique vertébrale.

L'analyse statistique a révélé que le centrage de la sonde dans le corps vertébral sur l'imagerie sagittale était le seul facteur pronostique de lésion des disques et des plateaux. Comme pour les autres organes, plus le dispositif d'ablation est proche de la structure vulnérable, plus le risque est élevé (23). Le positionnement précis de l'aiguille au milieu du corps vertébral sur l'imagerie

sagittale est essentielle pour une sécurité optimale. Dans trois cas cependant, des lésions des plateaux vertébraux supérieurs et inférieurs adjacents ont été constatées. Cela indique une diffusion excessive de l'énergie thermique de part et d'autre de la zone d'ablation. Il est surprenant de constater que la modalité d'ablation n'est pas un facteur prédictif de lésion des disques et plateaux adjacents. L'intégrité du cortex a été décrite comme un bouclier protecteur contre la diffusion de la chaleur lors de l'utilisation de la RFb, pouvant expliquer le très faible pourcentage de complications neurologiques avec cette modalité (24,25). Pourtant, nous avons observé 5 cas de lésions thermiques des disques et des plateaux suite à l'utilisation de la RFb, y compris dans les cas sans ostéolyse corticale. La protection par une corticale osseuse intacte avec la RFb doit donc être considérée comme plus probable qu'avec la RFm et la CA, sans qu'il s'agisse d'une règle définitive.

Notre étude présente plusieurs limites. Premièrement, le manque de données cliniques sur la douleur et de suivi radiologique à long terme ne permet pas d'estimer l'impact clinique des résultats d'imagerie présentés. Deuxièmement, la RFb a été beaucoup plus fréquemment utilisée que la RFm et la CA, ce qui limite la significativité de l'analyse statistique. Bien qu'il n'ait pas atteint le seuil de significativité, le taux de lésion thermiques des disques et plateaux avec la RFm était plus élevé qu'avec la RFb et la CA malgré l'utilisation d'une seule sonde. Cela suggère tout de même que la RFm vertébrale comporte un risque plus élevé de diffusion thermique au-delà des limites prévues. Troisièmement, le suivi radiologique au cours des 3 premiers mois différait légèrement selon les patients. Enfin, la présente étude ne permet pas d'évaluer si la CA est moins à risque de désorganisation de la structure du fibrocartilage discale. La préservation de l'architecture collagénique, y compris dans l'environnement périarticulaire, est un avantage connu de la CA (26,27). On ne sait pas encore si cela est généralisable au disque intervertébral.

CONCLUSION

Cette étude confirme la possible survenue de lésions thermiques des disques et des plateaux adjacents après une ablation de la colonne vertébrale. Nous en avons trouvé dans environ 7 % des cas.

Un centrage correct des sondes d'ablation dans le corps vertébral au moment de l'intervention contribuerait à assurer la sécurité de ces procédures.

VU

Strasbourg, le.....13/07/22.....

Le président du jury de thèse

Professeur Julien GARNON

Hospitaux Universitaires de Strasbourg
Imagerie Interventionnelle
Professeur J. GARNON
1 place de l'Hôpital BP 426
67091 STRASBOURG
Tél. : 03 69 55 03 04

VU et approuvé
Strasbourg, le...20 JUL 2022.....
Le Doyen de la Faculté de Médecine,
Maïeutique et Sciences de la Santé

Professeur Jean SIBILIA



BIBLIOGRAPHIE

1. Cancer Facts & Figures 2022. 1930;80.
2. Coleman RE. Clinical Features of Metastatic Bone Disease and Risk of Skeletal Morbidity. *Clinical Cancer Research*. 24 oct 2006;12(20):6243s-9s.
3. Schulman KL, Kohles J. Economic burden of metastatic bone disease in the U.S. *Cancer*. 2007;109(11):2334-42.
4. Harel R, Angelov L. Spine metastases: Current treatments and future directions. *European Journal of Cancer*. 1 oct 2010;46(15):2696-707.
5. Tomasian A, Gangi A, Wallace AN, Jennings JW. Percutaneous Thermal Ablation of Spinal Metastases: Recent Advances and Review. *American Journal of Roentgenology*. janv 2018;210(1):142-52.
6. Mayer T, Cazzato RL, De Marini P, Auloge P, Dalili D, Koch G, et al. Spinal metastases treated with bipolar radiofrequency ablation with increased (>70°C) target temperature: Pain management and local tumor control. *Diagnostic and Interventional Imaging*. 1 janv 2021;102(1):27-34.
7. Yevich S, Chen S, Metwalli Z, Kuban J, Lee S, Habibollahi P, et al. Radiofrequency Ablation of Spine Metastases: A Clinical and Technical Approach. *Semin Musculoskelet Radiol*. déc 2021;25(6):795-804.
8. Wallace AN, Tomasian A, Vaswani D, Vyhmeister R, Chang RO, Jennings JW. Radiographic Local Control of Spinal Metastases with Percutaneous Radiofrequency Ablation and Vertebral Augmentation. *AJNR Am J Neuroradiol*. avr 2016;37(4):759-65.
9. Tomasian A, Wallace A, Northrup B, Hillen TJ, Jennings JW. Spine Cryoablation: Pain Palliation and Local Tumor Control for Vertebral Metastases. *AJNR Am J Neuroradiol*. janv 2016;37(1):189-95.
10. Tomasian A, Wallace AN, Jennings JW. Benign Spine Lesions: Advances in Techniques for Minimally Invasive Percutaneous Treatment. *AJNR Am J Neuroradiol*. mai 2017;38(5):852-61.
11. Koch G, Cazzato RL, Caudrelier J, Cathelineau X, Lang H, Gangi A. Techniques d'ablation tumorale. *Progrès en Urologie*. nov 2017;27(15):853-64.
12. Wallace AN, Vyhmeister R, Hsi AC, Robinson CG, Chang RO, Jennings JW. Delayed vertebral body collapse after stereotactic radiosurgery and radiofrequency ablation: Case report with histopathologic-MRI correlation. *Interv Neuroradiol*. déc 2015;21(6):742-9.
13. Huntoon K, Eltobgy M, Mohyeldin A, Elder JB. Lower Extremity Paralysis After

- Radiofrequency Ablation of Vertebral Metastases. *World Neurosurg.* janv 2020;133:178-84.
14. Westbroek EM, Goodwin ML, Hui F, Khan MA, Sciubba DM. Thermal injury to spinal cord, a rare complication of percutaneous microwave spine tumor ablation: Case report. *J Clin Neurosci.* juin 2019;64:50-4.
 15. Tan LA, Deutsch H. Thermal injury of thoracic spinal cord after percutaneous cryoablation of spinal tumor--When needles are more dangerous than the knife. *Br J Neurosurg.* juin 2015;29(3):443.
 16. Buy X, Tok CH, Szwarc D, Bierry G, Gangi A. Thermal Protection During Percutaneous Thermal Ablation Procedures: Interest of Carbon Dioxide Dissection and Temperature Monitoring. *Cardiovasc Intervent Radiol.* mai 2009;32(3):529-34.
 17. Munk PL, Murphy KJ, Gangi A, Liu DM. Fire and Ice: Percutaneous Ablative Therapies and Cement Injection in Management of Metastatic Disease of the Spine. *Semin Musculoskelet Radiol.* avr 2011;15(02):125-34.
 18. Irizarry IN, Dugat DR, Sippel KM, Payton ME. Evaluation of the intervertebral disk, vertebral body, and spinal cord for changes secondary to percutaneous laser disk ablation. *Vet Surg.* janv 2022;51(1):97-108.
 19. Mv F, Tj H, De W, Cf H, Jw J. Hip chondrolysis and femoral head osteonecrosis: a complication of periacetabular cryoablation. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR* [Internet]. oct 2014 [cité 9 oct 2022];25(10). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25088935/>
 20. Cazzato RL, Arrigoni F, Boatta E, Bruno F, Chiang JB, Garnon J, et al. Percutaneous management of bone metastases: state of the art, interventional strategies and joint position statement of the Italian College of MSK Radiology (ICoMSKR) and the Italian College of Interventional Radiology (ICIR). *Radiol Med.* 1 janv 2019;124(1):34-49.
 21. Tomasian A, Marlow J, Hillen TJ, Jennings JW. Complications of Percutaneous Radiofrequency Ablation of Spinal Osseous Metastases: An 8-Year Single-Center Experience. *American Journal of Roentgenology.* juin 2021;216(6):1607-13.
 22. Kos N, Gradisnik L, Velnar T. A Brief Review of the Degenerative Intervertebral Disc Disease. *Med Arch.* déc 2019;73(6):421-4.
 23. Yamagami T, Yoshimatsu R, Kajiwara K, Yamanishi T, Minamiguchi H, Karashima T, et al. Protection from injury of organs adjacent to a renal tumor during percutaneous cryoablation. *Int J Urol.* août 2019;26(8):785-90.
 24. Wallace AN, Hillen TJ, Friedman MV, Zohny ZS, Stephens BH, Greco SC, et al. Percutaneous Spinal Ablation in a Sheep Model: Protective Capacity of an Intact Cortex,

Correlation of Ablation Parameters with Ablation Zone Size, and Correlation of Postablation MRI and Pathologic Findings. *AJNR Am J Neuroradiol.* août 2017;38(8):1653-9.

25. Bornemann R, Pflugmacher R, Frey SP, Roessler PP, Rommelspacher Y, Wilhelm KE, et al. Temperature distribution during radiofrequency ablation of spinal metastases in a human cadaver model: Comparison of three electrodes. *Technol Health Care.* 14 sept 2016;24(5):647-53.

26. Janzen NK, Perry KT, Han KR, Kristo B, Raman S, Said JW, et al. The effects of intentional cryoablation and radio frequency ablation of renal tissue involving the collecting system in a porcine model. *J Urol.* avr 2005;173(4):1368-74.

27. Vikingstad EM, de Ridder GG, Glisson RR, Cardona DM, DiPalma D, Eward WC, et al. Comparison of Acute Histologic and Biomechanical Effects of Radiofrequency Ablation and Cryoablation on Periarticular Structures in a Swine Model. *J Vasc Interv Radiol.* août 2015;26(8):1221-1228.e1.

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1. Diagramme de flux de l'étude.....	27
Figure 2. Image fluoroscopique per-opératoire, illustrant le calcul du ratio de centrage selon la formule $c = A/B$	28
Figure 3. Apparition d'un hypersignal T2 STIR pathologique du plateau sous-jacent après thermo-ablation.	29
Figure 4. Ablation par RFb d'une métastase T9 chez un patient de 70 ans atteint d'un cancer du poumon métastatique.....	35
Figure 5. Cryo-ablation d'une métastase T8 chez un patient de 68 ans atteint d'un cancer du rein métastatique.	36

Tableaux

Tableau 1. Caractéristiques des patients, des métastases, per-opératoires et radiographiques.	33
Tableau 2. Lésions thermiques des disques / plateaux en fonction des données opératoires et d'imagerie de 109 ablations spinales corporéales.	37

**ANNEXE:
ARTICLE ORIGINAL**

THERMAL INJURY TO DISCS AND ADJACENT ENDPLATES AFTER SPINAL ABLATION

Abstract

OBJECTIVE: to evaluate the rate of thermal injury to the adjacent discs and/or endplates following percutaneous radiofrequency (RFA) or cryoablation (CA) of spinal metastases located in the vertebral body, and to look for any prognostic factors.

MATERIALS AND METHODS: All patients treated between 2008 and 2021 with spinal thermal ablation of a vertebral body metastasis, with at least a pre- and a post-ablation MRI, were retrospectively included in this single center study. Patients, procedure details and imaging outcomes were analyzed using Wilcoxon-Mann-Whitney and Fischer's exact tests for statistical analyses.

RESULTS: 109 spinal ablations were performed in 95 patients (mean age 60.2 ± 11.7). Eighty (73.4%) ablations were performed with bipolar RFA, 10 (9.2%) with monopolar RFA and 19 (17.4%) with CA. Fifty-six (51.4%) ablations were located in the thoracic spine, 50 (45.9%) in the lumbar spine, and 3 (2.8%) in the cervical spine. Forty-nine (55%) vertebrae were collapsed and 72 (66%) had an endplate cortical lysis. The rate of thermal injury on follow-up imaging was 7.3% (8/109). The offset of the ablation probe in the vertebral body on sagittal imaging was the only significant risk factor for thermal injury at univariate analysis ($p = 0,01$). There was no significant difference between all three thermal-ablation modalities.

CONCLUSION: thermal injury to discs and endplates is a possible imaging finding after spinal ablation and is estimated to happen in approximatively 7% of the cases. Poor probe centering on sagittal imaging was identified as the only prognostic factor of such injury.

Keywords

Radiofrequency ablation; Cryo-ablation; Pain management; Spinal metastases; MRI

Abbreviations

CA - Cryoablation

CT – Computed tomography

CBCT – Cone beam CT

SD – Standard deviation

SOM – Spinal osseous metastases

RFA – Radiofrequency ablation (b - bipolar, m - monopolar)

Introduction

Percutaneous spinal ablation is an effective treatment to achieve pain palliation and local tumor control for both benign and malignant tumors [1-5]. Various modalities have been reported to treat spinal bone tumors, such as monopolar radiofrequency ablation (mRFA), bipolar radiofrequency ablation (bRFA), microwave ablation (MWA), cryoablation (CA) and laser ablation [6,7]. Complications of spinal ablation are rare and notably include vertebral body collapse of the treated vertebra and thermal injury to neural structure, a potentially devastating complication if the spinal cord is involved [8-11]. A recent study focusing on complications of bRFA in the spine in 166 patients showed a complication rate of 3%, with major neurological complications being inferior to 0.5% [12]. Using MWA, Chen et al. reported one case of neural deficit in 91 patients treated, thereby confirming the good safety profile of ablation [7]. To the best of our knowledge, these studies did however not look specifically to the potential impact of spinal thermal ablation on the adjacent discs and endplates. Thermal injury to these structures may theoretically lead to disc degeneration and vertebral necrosis as shown in an animal model [13]. This may be the source of undesirable prolonged post-operative pain as suggested by the consequences of thermal injury to the articular components of the hip [14]. The purpose of the present study is to assess the rate of thermal injury to adjacent discs and endplates following spinal ablation, and to look for any prognostic factor.

Materials and Methods

This is a single-center retrospective study. All patients gave informed consent for the procedure and institutional review board approval was waived.

Study population

All patients who benefited from a thermal ablation in the spine during the period from December 2008 to December 2021 were screened for potential inclusion in the present study.

Inclusion criteria were thermal ablation with mRFA, bRFA or CA of spinal metastases located in the vertebral body with curative or palliative intent with availability of pre- and post-

interventional MRI imaging within the month after ablation. Patients that did not fulfill all the above inclusion criteria were excluded from the present study.

Ablation procedures

All procedures were performed by a board-certified interventional radiologist with a minimum of 2 years of experience in spine interventions. All spinal ablations were performed under general anesthesia with the patient in prone position using either a combination of CT and fluoroscopy with either Angio-CT or Cone-beam CT (CBCT) guidance.

The choice of ablation modality depended mostly upon availability, aspect of the tumor (lytic, mixed or blastic) and the presence of perivertebral extension. The uni- or bilateral approach was decided according to lesion size and the type of ablation modality. Typically, lytic and mixed tumors confined within the vertebral body were ablated with mRFA (Cool-tip, Medtronic, USA) prior to 2015, and with bRFA (Osteocool, Medtronic, USA / Starmed, Merrit Medical, USA) after 2015. The approach was usually unilateral with mRFA and articulated bRFA, and bilateral with bRFA using straight electrodes. Blastic tumors or tumors extending in the pre- or paravertebral space were preferentially ablated with CA.

Insertion of the access bone trocar(s) was made with intermittent anteroposterior, lateral and oblique fluoroscopy for thoracic (intercostovertebral or transpedicular access) and lumbar (transpedicular access) levels, whilst CT-scan was used to approach the cervical (transpedicular access) level(s). Additional CT acquisition was made to assess the precise position of the devices during insertion whenever deemed necessary. Thermometry and hydrodissection of the anterior epidural space were left to operator's discretion. Ablation was performed according to the recommended algorithm from the company.

After completion of ablation, cement injection using polymethylmethacrylate bone cement was performed under continuous lateral and intermittent anteroposterior fluoroscopy, except for blastic tumors for which cementoplasty was not performed.

Patients were kept overnight for observation and discharged when judged medically fit, usually the day after the procedure.

When performed, follow-up imaging was made with MRI using the same protocol as pre-interventional imaging, i.e. sagittal and axial T1, T2 with saturation of the fat signal and T1 with injection of Gadolinium and saturation of the fat signal.

Data collection and analysis

Patient records, per-procedural CT-scan, and pre- and first post-interventional MRI imaging were reviewed for patient demographics, tumor site, vertebral collapse and its grade according to the classification of osteoporotic compression fractures, cortical osteolysis of endplate(s), ablation modality, number of pedicles approached, number of ablation probes, probe centering within the vertebra body, and signs of thermal injury to the adjacent discs and/or endplates.

Probe centering was calculated as a ratio between the distance “upper plate-needle tip” and the total height of the vertebral body, giving a number between 0 and 1 (*Fig. 1*). The more this value increased, the closer the tip from the under-endplate was. The ablation probe was considered well-centered for values ranging between 0.4 and 0.6.

Thermal injury to the adjacent discs and/or endplates was recorded per ablation if any of the following items appeared on follow-up MRI within the first month after ablation compared to baseline pre-interventional MRI: diminution of the height of adjacent disc(s); any modification of the signal of the disc on any or all of the sequences; collapse of adjacent endplate(s); T1 hypointensity and/or T2 hyperintensity and/or contrast uptake of the adjacent endplate(s) (*fig.2*).

Statistical analyses were performed using p-value.io® software (Medistica). Quantitative variables were expressed in raw numbers and percentages. Qualitative variables were expressed as means, standard deviations and ranges. Uni- and multivariate analysis were performed using Wilcoxon-Mann-Whitney and Fisher’s exact test. A p -value < 0.05 was considered statistically significant.

Results

A total of 109 spinal ablations in 95 patients (mean age was 60.2 +/- 11.7; 61 female) met the inclusion criteria and were included for analysis (fig.3). Fifty-six (51.4%) tumors were located in the thoracic spine, 50 (45.9%) in the lumbar spine, and 3 (2.8%) in the cervical spine. Forty-nine (45%) vertebrae were collapsed, with 13 (26.5%) grade1, 16 (32.7%) grade2 and 20 (40.8%) grade3. Seventy-two (66%) tumors were associated with an osteolysis of at least one endplate.

Ablation modality included bRFA for 80 (73.4%) spinal levels, CA for 19 (17.4%) levels and mRFA for the remaining 10 (10.5%) levels. Two probes were used in 61 (56%) cases, 1 probe in 45 (41%) cases and 3 probes in 3 (3%) cases. The approach was bilateral for 57 (52%) tumors and unilateral for 52 (48%) tumors.

Mean probe centering was 0.52 +/- 0.1 (0.38 – 0.9). For 13 (11.9%) tumors, probes were recorded as non-centered because of a ratio lower than 0.4 or greater than 0.6.

Table1 presents the details of the study population and procedures.

A total of 8 (7.3%) thermal injuries to adjacent discs and/or endplates were noted. This included 2 ablations associated with disc injury (ablation in T12 and L1 in a single patient with thermal injury to the disc T12-L1), 5 ablations associated with injury to adjacent endplate(s), and one ablation associated with injury to disc and endplates (fig.4&5). For the 6 cases with injury to the endplates, 3 were involving both the upper and lower endplates of the corresponding adjacent vertebrae and 3 only one adjacent endplate. Injuries occurred with bRFA in 5 cases (6.2% of bRFA ablations), mRFA in 2 cases (20% of mRFA ablations) and CA (5.3% of CA ablations) in 1 case.

Univariate analysis demonstrated that poor probe centering (ratio <0.4 or > 0.6) was the only prognostic factor of thermal injury to adjacent discs and/or endplates ($p = 0.01$). The ablation modality ($p = 0.23$), the number of probes ($p = 0.16$), the approach ($p = 1$), the cortical bone lysis ($p = 0.44$) and the presence of vertebral collapse ($p = 0.29$) were not identified as potential risk factors. Table2 presents the results of statistical analysis.

Discussion

The present study shows that thermal injury to adjacent discs and endplates occurs in around 7% of the cases. Although it may still be considered as infrequent, its prevalence seems greater than the one of neural complications. The clinical significance of such finding remains unknown, as the retrospective nature of our study did not allow us to have robust data on pre- and post-interventional pain scores. Given the wide literature on the clinical impact of disk and vertebral degenerative disease on both pain and functional scores, it is likely that such complication may be clinically relevant [15]. We believe that patients should therefore be consented for this specific complication of spinal ablation.

Statistical analysis revealed that probe centering within the vertebral body on sagittal imaging was the sole predictive factor of injury to discs and endplates. As for other organs, the closer the ablation device to the vulnerable structure the higher the risk [16]. Precise needle positioning in the middle of the vertebral body on sagittal imaging is key for optimal safety. In 3 cases however, injury to both adjacent upper and lower endplates was noted, indicating excessive diffusion of thermal energy on each side of the ablation area. The modality of ablation was surprisingly not a predictive factor of injury to adjacent discs and endplates. An intact cortex has been reported as a protective shield to the diffusion of heat when bRFA is used, which may explain the very low percentage of neural complications with this modality [17,18]. Yet we still observed 5 cases of thermal injury to discs and endplates following bRFA, even in cases without cortical destruction. Protection by an intact bone cortex with bRFA should therefore be considered as more likely to happen than with mRFA and CA but not seen as a definitive rule [10,17].

Our study has many limitations. First, the lack of clinical data on pain and of long-term radiological imaging follow-up do not allow to estimate the clinical impact of the presented imaging findings. Second, bRFA was much more frequently used than mRFA and CA thereby limiting the significance of statistical analysis. Although it did not reach significance, the rate of injury to discs and endplates with mRFA was higher than with bRFA and CA despite the use of a single probe. This still suggests that mRFA in bone still carries a higher of diffusion of thermal injury beyond the expected limits [18]. Third, the timing of radiological follow-up during the first 3 months were slightly different between patients. Finally, the present study does not allow to assess if injury to the disc with CA is less at risk of disorganisation of the

fibrocartilage structure. Preservation of the collagen architecture, including in the periarticular environment, is a known advantage of CA [19,20]. Whether this is also valid for the disc remains unknown.

In conclusion, thermal injury to discs and endplates is a possible imaging finding after spinal ablation and is estimated to happen in approximately 7% of the cases. Poor probe centering on sagittal imaging was identified as the only prognostic factor of such injury.

References

1. Yevich S, Chen S, Metwalli Z, Kuban J, Lee S, Habibollahi P, McCarthy CJ, Irwin D, Huang S, Sheth RA. Radiofrequency Ablation of Spine Metastases: A Clinical and Technical Approach. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2021 Dec;25(6):795-804. doi: 10.1055/s-0041-1740351.
2. Mayer T, Cazzato RL, De Marini P, Auloge P, Dalili D, Koch G, Garnon J, Gangi A. Spinal metastases treated with bipolar radiofrequency ablation with increased (>70°C) target temperature: Pain management and local tumor control. *Diagn Interv Imaging*. 2021 Jan;102(1):27-34. doi: 10.1016/j.diii.2020.04.012.
3. Wallace AN, Tomasian A, Vaswani D, Vyhmeister R, Chang RO, Jennings JW. Radiographic Local Control of Spinal Metastases with Percutaneous Radiofrequency Ablation and Vertebral Augmentation. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2016 Apr;37(4):759-65. doi: 10.3174/ajnr.A4595.
4. Tomasian A, Wallace A, Northrup B, Hillen TJ, Jennings JW. Spine Cryoablation: Pain Palliation and Local Tumor Control for Vertebral Metastases. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2016 Jan;37(1):189-95. doi: 10.3174/ajnr.A4521.
5. Tomasian A, Wallace AN, Jennings JW. Benign Spine Lesions: Advances in Techniques for Minimally Invasive Percutaneous Treatment. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2017 May;38(5):852-861. doi: 10.3174/ajnr.A5084.
6. Tsoumakidou G, Koch G, Caudrelier J, Garnon J, Cazzato RL, Edalat F, Gangi A. Image-Guided Spinal Ablation: A Review. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2016 Sep;39(9):1229-38. doi: 10.1007/s00270-016-1402-6.

7. Chen L, Hou G, Zhang K, Li Z, Yang S, Qiu Y, Yuan Q, Hou D, Ye X. Percutaneous CT-Guided Microwave Ablation Combined with Vertebral Augmentation for Treatment of Painful Spinal Metastases. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2022 Mar;43(3):501-506. doi: 10.3174/ajnr.A7415.
8. Wallace AN, Vyhmeister R, Hsi AC, Robinson CG, Chang RO, Jennings JW. Delayed vertebral body collapse after stereotactic radiosurgery and radiofrequency ablation: Case report with histopathologic-MRI correlation. *Interv Neuroradiol*. 2015 Dec;21(6):742-9. doi: 10.1177/1591019915609131.
9. Huntoon K, Eltobgy M, Mohyeldin A, Elder JB. Lower Extremity Paralysis After Radiofrequency Ablation of Vertebral Metastases. *World Neurosurg*. 2020;133:178-184. doi:10.1016/j.wneu.2019.09.163
10. Westbroek EM, Goodwin ML, Hui F, Khan MA, Sciubba DM. Thermal injury to spinal cord, a rare complication of percutaneous microwave spine tumor ablation: Case report. *J Clin Neurosci*. 2019;64:50-54. doi:10.1016/j.jocn.2019.03.018
11. Tan LA, Deutsch H. Thermal injury of thoracic spinal cord after percutaneous cryoablation of spinal tumor--When needles are more dangerous than the knife. *Br J Neurosurg*. 2015 Jun;29(3):443. doi: 10.3109/02688697.2014.997672. Epub 2015 Jan 6. PMID: 25562681.
12. Tomasian A, Marlow J, Hillen TJ, Jennings JW. Complications of Percutaneous Radiofrequency Ablation of Spinal Osseous Metastases: An 8-Year Single-Center Experience. *AJR Am J Roentgenol*. 2021 Jun;216(6):1607-1613. doi: 10.2214/AJR.20.23494.
13. Irizarry IN, Dugat DR, Sippel KM, Payton ME. Evaluation of the intervertebral disk, vertebral body, and spinal cord for changes secondary to percutaneous laser disk ablation. *Vet Surg*. 2022 Jan;51(1):97-108. doi: 10.1111/vsu.13684.
14. Friedman MV, Hillen TJ, Wessell DE, Hildebolt CF, Jennings JW. Hip chondrolysis and femoral head osteonecrosis: a complication of periacetabular cryoablation. *J Vasc Interv Radiol*. 2014 Oct;25(10):1580-8. doi: 10.1016/j.jvir.2014.06.016.
15. Kos N, Gradisnik L, Velnar T. A Brief Review of the Degenerative Intervertebral Disc Disease. *Med Arch*. 2019 Dec;73(6):421-424. doi: 10.5455/medarh.2019.73.421-424.
16. Yamagami T, Yoshimatsu R, Kajiwara K, Yamanishi T, Minamiguchi H, Karashima T, Inoue K. Protection from injury of organs adjacent to a renal tumor during percutaneous cryoablation. *Int J Urol*. 2019 Aug;26(8):785-790. doi: 10.1111/iju.14013.
17. Wallace AN, Hillen TJ, Friedman MV, Zohny ZS, Stephens BH, Greco SC, et al.

Percutaneous Spinal Ablation in a Sheep Model: Protective Capacity of an Intact Cortex, Correlation of Ablation Parameters with Ablation Zone Size, and Correlation of Postablation MRI and Pathologic Findings. *Am J Neuroradiol.* aug 2017;38(8):1653-9.

18. Bornemann R, Pflugmacher R, Frey SP, Roessler PP, Rommelspacher Y, Wilhelm KE, Sander K, Wirtz DC, Grötz SF. Temperature distribution during radiofrequency ablation of spinal metastases in a human cadaver model: Comparison of three electrodes. *Technol Health Care.* 2016 Sep 14;24(5):647-53. doi: 10.3233/THC-161160.
19. Janzen NK, Perry KT, Han KR, Kristo B, Raman S, Said JW, Belldegrün AS, Schulam PG. The effects of intentional cryoablation and radio frequency ablation of renal tissue involving the collecting system in a porcine model. *J Urol.* 2005 Apr;173(4):1368-74. doi: 10.1097/01.ju.0000147014.69777.06.
20. Vikingstad EM, de Ridder GG, Glisson RR, Cardona DM, DiPalma D, Eward WC, Brigman BE, Nelson RC, Kim CY. Comparison of Acute Histologic and Biomechanical Effects of Radiofrequency Ablation and Cryoablation on Periarticular Structures in a Swine Model. *J Vasc Interv Radiol.* 2015 Aug;26(8):1221-1228.e1. doi: 10.1016/j.jvir.2015.04.013.

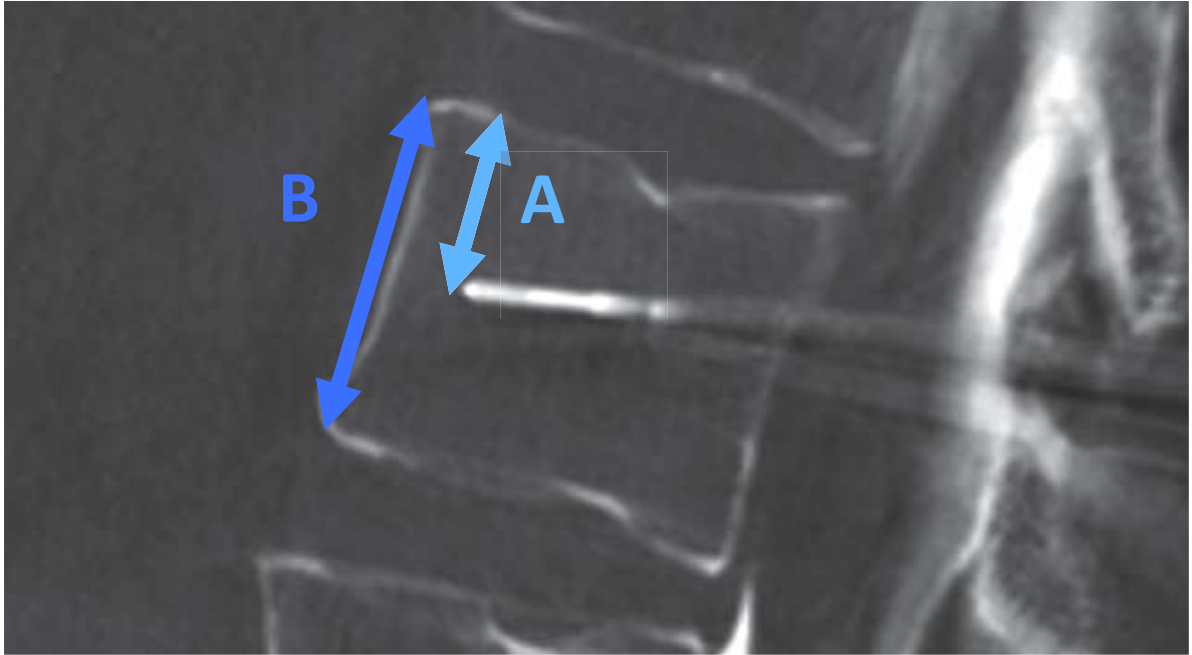


Figure 1. Per-procedure fluoroscopy picture, illustrating how centering ratio is calculated according to the formula $c = A/B$.

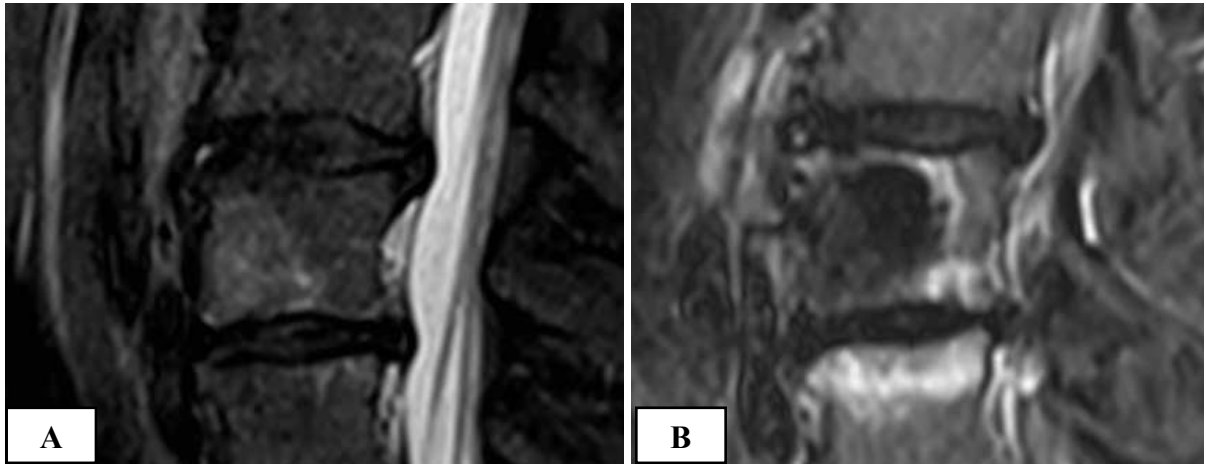


Figure 2. Appearance of a pathological T2 STIR hypersignal in the underlying endplate after thermo-ablation;
A. Pre-operative MRI of a corporeal metastasis; B. Post-operative MRI with a lesion of the underlying vertebra.

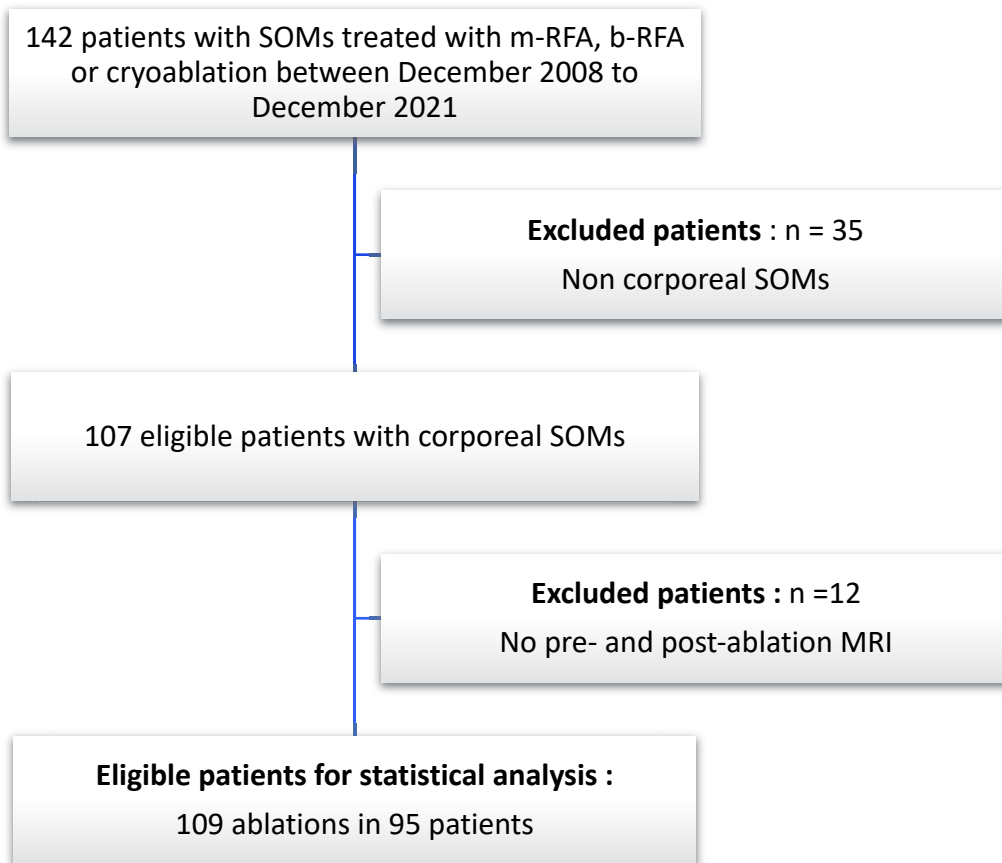


Figure 3. Study flowchart

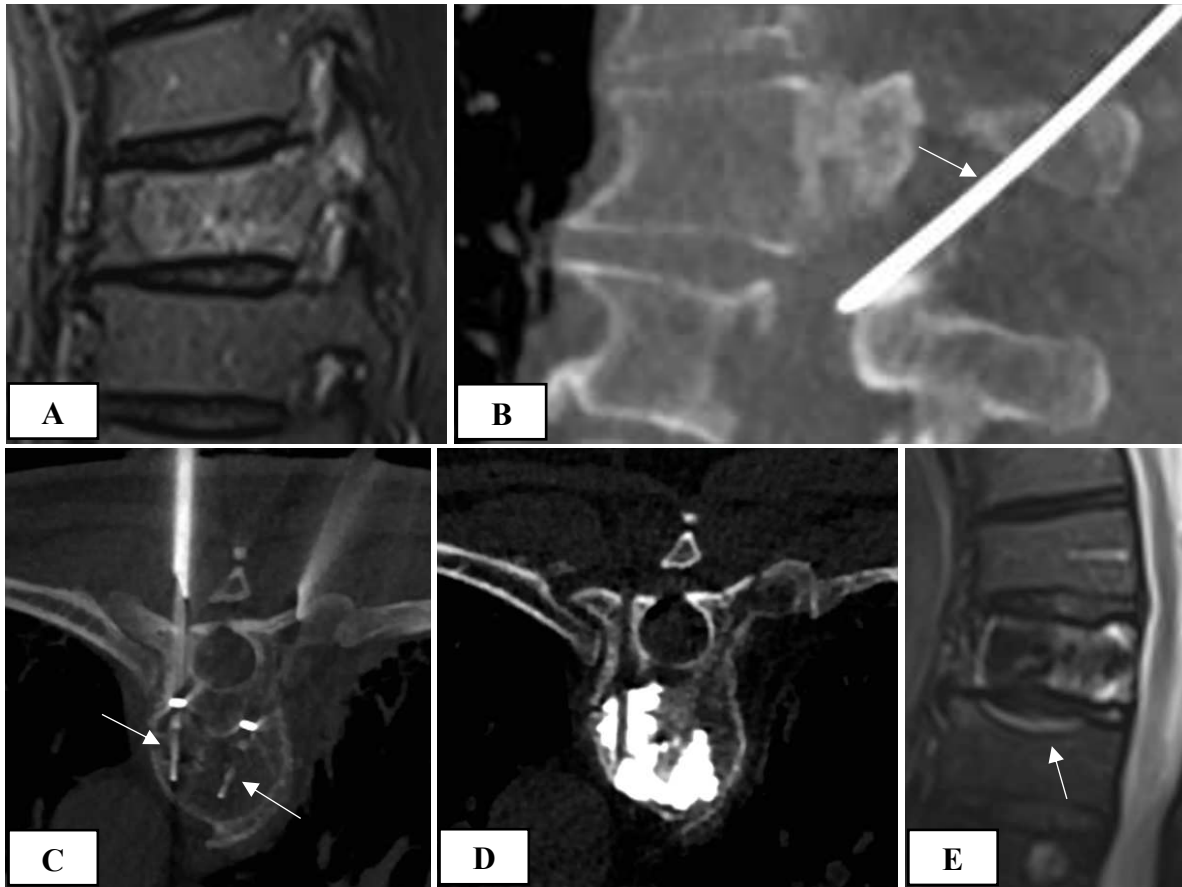


Figure 4. b-RFA ablation of a T9 metastasis in a 70-year-old patient with metastatic lung cancer. A. Sagittal T2 STIR weighted pre-operative image showing the index metastasis; B. Hydro-dissection and thermal monitoring were done thanks to a coaxial 18-Gauge system (arrow) inserted through a transforaminal approach; C. A bipedicular approach was performed with two needles (arrows); D. Vertebroplasty was done right after ablation; E. Sagittal T2 STIR weighted post-operative image showing a pathological hypersignal of the underlying endplate (arrow).

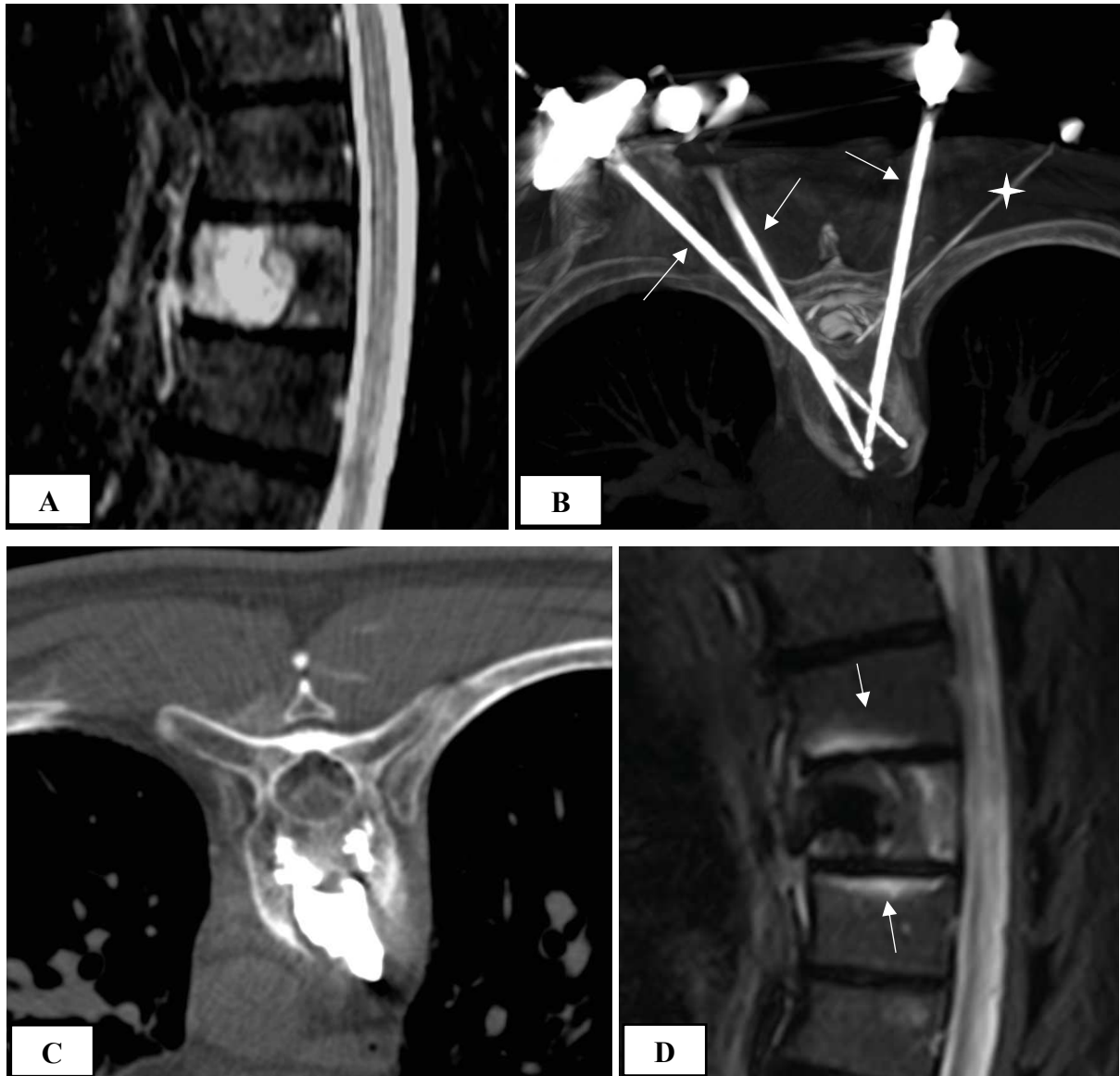


Figure 5. Cryo-ablation of a T8 SOM in a 68-year-old patient with metastatic kidney cancer. A. Sagittal T2 STIR weighted pre-operative image showing the index metastasis; B. A 3-probed bipedicular approach was performed, with two needles through the left pedicle (arrows) and a coaxial 18-Gauge system allowing hydro-dissection and thermal monitoring (star); C. Right after cryo-ablation, a vertebral cementoplasty was done; D. Sagittal T2 STIR weighted post-operative image showing a pathological hypersignal of upper- and underlying endplates (arrows).

Table 1. Patients, metastases, per-procedure et radiographic characteristics.

Quantitative variables are expressed as mean \pm standard deviation; numbers in brackets are ranges. Qualitative variables are expressed as raw numbers; numbers in parentheses are proportions followed by percentages.

Patients		
Mean age (years)		60.2 \pm 11.7 [27–78]
Men		34 (36%)
Women		61 (64%)
Treated levels	1	83 (87.4%)
	2	10 (10.5%)
	3	2 (2.1%)
Metastases		
Location	Lumbar	50 (45.9%)
	Thoracic inferior	39 (35.8%)
	Thoracic superior	17 (15.6%)
	Cervical	3 (2.8%)
Per-procedure features		
Ablation modality	b-RFA	80 (73.4%)
	m-RFA	10 (9.2%)
	Cryo-ablation	19 (17.4%)
Guidance	CT- fluoroscopy	82 (75%)
	CBCT	27 (25%)
Probe number	1	45 (41%)
	2	61 (56%)
	3	3 (3%)
Approach	Bipedicular	57 (52%)
	Unipedicular	52 (48%)
Hydro-dissection		68 (62%)
Mean probe centering		0.52 \pm 0.1 [0.38–0.9]
Radiographic features		
Collapsed vertebra		49 (45%)
	Grade I	13 (26,5%)
	Grade II	16 (32,7%)
	Grade III	20 (40,8 %)
Endplate cortical lysis		72 (66%)
Injury to discs/endplates		8 (7.3%)

Table 2. injury to discs/endplates according to procedure and radiographic features in 109 corporeal spinal ablations.

		No injury to discs/endplates (n = 101)	Injury to discs/endplates (n = 8)	n	<i>p</i>	test
Ablation modality	b-RFA	75 (74%)	5 (62%)	80	0.23	Fisher
	m-RFA	8 (8%)	2 (25%)	10	-	-
	cryo-ablation	18 (18%)	1 (12%)	19	-	-
Approach	bipedicular	53 (52%)	4 (50%)	57	1	Fisher
	unipedicular	48 (48%)	4 (50%)	52	-	-
Probe number	1	41 (41%)	4 (50%)	45	0.16	Fisher
	2	58 (57%)	3 (38%)	61	-	-
	3	2 (2%)	1 (12%)	3	-	-
Hydro-dissection	yes	61 (60%)	7 (88%)	68	0.25	Fisher
	no	40 (40%)	1 (12%)	41	-	-
Centering, median [Q25-75]		0.506 [0.48; 0.54]	0.595 [0.52; 0.70]	109	0.01	Mann- Whitney
Cortical lysis	yes	68 (67%)	4 (50%)	72	0.44	Fisher
	no	33 (33%)	4 (50%)	37	-	-
Vertebral collapse	yes	47 (47%)	2 (25%)	49	0.29	Fisher
	no	54 (53%)	6 (75%)	60	-	-

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 :CHAMMAS..... Prénom :Philippe.....

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 :

ÀStrasbourg....., le04/07/2002.....

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

Résumé

OBJECTIF. Le but de cet article est d'évaluer le taux de lésion thermique des disques et plateaux des vertèbres adjacentes après thermo-ablation de métastases vertébrales corporeales, et de rechercher d'éventuels facteurs pronostiques.

MATERIELS ET METHODES. Dans notre étude monocentrique, nous avons inclus rétrospectivement tous les patients traités entre 2008 et 2021 par radiofréquence monopolaire ou bipolaire et par cryothérapie pour des métastases corporeales vertébrales, avec au moins une IRM avant et après intervention. Les données des patients, des procédures et des examens d'imagerie ont été analysées via le test de Wilcoxon-Mann-Whitney et le test exact de Fischer.

RÉSULTATS. 109 ablations vertébrales ont été réalisées chez 95 patients (âge moyen $60,2 \pm 11,7$ ans). Quarante-vingts (73,4 %) ablations ont été réalisées par radiofréquence bipolaire, 10 (9,2 %) par radiofréquence monopolaire et 19 (17,4 %) par cryo-ablation. Cinquante-six (51,4 %) ablations étaient situées dans le rachis thoracique, 50 (45,9 %) dans le rachis lombaire et 3 (2,8 %) dans le rachis cervical. Quarante-neuf (55 %) vertèbres présentaient un tassement et 72 (66 %) une lyse corticale d'un plateau. Le taux de lésion thermique sur l'imagerie de suivi était de 7,3 % (8/109). Le décalage dans le plan sagittal de la sonde d'ablation dans le corps vertébral sur l'imagerie était le seul facteur pronostique significatif de lésion thermique lors de l'analyse univariée ($p = 0,01$). Il n'y avait pas de différence significative entre les trois modalités d'ablation thermique.

CONCLUSION. La lésion thermique des disques et des plaques terminales peut être retrouvée en imagerie après une ablation de la colonne vertébrale et on estime qu'elle se produit dans environ 7 % des cas. Un mauvais centrage de la sonde sur l'imagerie sagittale a été identifié comme le seul facteur pronostique de ces lésions.

Rubrique de classement

Radiologie et Imagerie médicale

Mots-clés

Radiologie interventionnelle ; radiofréquence ; cryothérapie ; néoplasie ; rachis ; IRM.

Président

Professeur Julien GARNON

Asseseurs

Professeur Afshin GANGI

Docteur Gilles GOYAULT

Docteur Guillaume KOCH

Docteur Julia WEISS

Adresse de l'auteur

Philippe CHAMMAS

32 rue du Chanoine Straub

67100 Strasbourg