

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

ANNÉE :2022

N° :181

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

Diplôme d'État
Mention Radiodiagnostic et imagerie médicale

PAR

Lucas Graber

Né le 20 septembre 1994 à Mulhouse

**ÉVALUATION DU POTENTIEL DE RÉDUCTION DE DOSE EN TOMODENSITOMÉTRIE
A L'AIDE D'UN LOGICIEL DE RECONSTRUCTION UTILISANT LE « DEEP LEARNING »**

Président de thèse : Catherine Roy, Professeur
Directeur de thèse : Mickael Ohana, Professeur

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. SIRILIA Jean
- **Premier Doyen de la Faculté** M. DERUELLE Philippe
- **Doyens honoraires :** (1976-1983) M. DORNFR Marc
- (1983-1989) M. MANTZ Jean-Marie
- (1989-1994) M. VINCFONDON Guy
- (1994-2001) M. GERLINGER Pierre
- (2001-2011) M. LUDFS Bertrand
- **Chargé de mission auprès du Doyen** M. VICENTE Gilbert
- **Responsable Administratif** M. STEEGMANN Geoffroy



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

A1 - PROFESSEUR TITULAIRE DU COLLEGE DE FRANCE

MANDEL Jean Louis Chaire 'Génétiq ue humaine' (à compter du 01.11.2003)

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

BAHRAM Seïsmak Immunologie biologique (01.10.2013 au 31.09.2018)
DOLL-JUS Hélène Génétique clinique (01.10.2014 au 31.09.2019)

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

PO224	NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
	ADAM Philippe P0301	NRP6 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Hospitalisation des Urgences de Traumatologie / HP	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
	AKLADIOS Chérif P0191	NRP6 CS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / HP	54.03 Gynécologie-Obstétrique : gynécologie médicale Option : Gynécologie-Obstétrique
	ANDRES Emmanuel P0302	RP6 CS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Médecine Interne, Diabète et Maladies métaboliques/HC	53.01 Option : médecine Interne
	ANHEIM Mathieu P0303	NRP6 NCS	• Pôle Tête et Cou-CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Haute-pierre	49.01 Neurologie
	Mme ANTAL Mar a Cristina M0332 / P0213	NRP6 CS	• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Haute-pierre • Institut d'Histologie / Faculté de Médecine	42.02 Histologie, Embryologie et Cytogénétique (option biologique)
	ARNAUD Laurent P0186	NRP6 NCS	• Pôle MIRNED - Service de Rhumatologie / Hôpital de Haute-pierre	30.01 Humnologie
	BACHELLIER Philippe P0304	RP6 CS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de chirurgie générale, hépatique et endocrinienne et Transplantation / HP	53.02 Chirurgie générale
	BAHRAM Seïsmak P0305	NRP6 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)
	LAUMLER Thomas P0307	NRP6 CS	• Pôle Hépatogastro-digestif de l'Hôpital Civil - Institut de Recherche sur les Maladies virales et hépatiques/Fac	52.01 Gastro-entérologie ; hépatologie Option : hépatologie
	Mme BFAU-FAILLON Michèle M0337 / P0173	NRP6 NCS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	42.03 Biologie cellulaire (option biologique)
	BEAUBIEUX Remy P0308	NRP6 CS	• Pôle d'Imagerie - CME / Activités transversales • Unité de Neuroradiologie Interventionnelle / Hôpital Civil	43.02 Radiologie et Imagerie médicale (option clinique)
	BECEMEUR Françoise P0309	NRP6 NCS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie Pédiatrique / Hôpital Haute-pierre	57.02 Chirurgie infantile
	BERNA Fabrice P0192	NRP6 CS	• Pôle de Psychiatrie, Santé mentale et Addictologie - Service de Psychiatrie / Hôpital Civil	49.03 Psychiatrie d'adultes : Addictologie Option : Psychiatrie d'Adultes
	BLHISCHY Gilles P0313	RP6 CS	• Pôle de Psychiatrie et de Santé mentale - Service de Psychiatrie II / Hôpital Civil	49.03 Psychiatrie d'adultes
	BIERRY Guillaume P0178	NRP6 NCS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie II - Neuroradiologie-imagerie osseuse/articulaire - Pédiatrie / Hôpital Haute-pierre	43.02 Radiologie et Imagerie médicale (option clinique)
	BILBAULT Pascal P0314	RP6 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 P0315	NRP6 NCS	• Pôle de Gériatrie - Service d'Evaluation - Gériatrie - Hôpital de la Robertsau	53.01 Médecine interne ; addictologie Option : gériatrie et biologie du vieillissement
	BOBIN Frédéric P0187	NRP6 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 ; Brulologie
	BONNEMAIS Laurent M0338 / P0213	NRP6 NCS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie I - Hôpital de Haute-pierre	54.01 Pédiatrie
	BONNOMPT François P0317	NRP6 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Orthopédie-Traumatologie du Membre inférieur / HP	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
	BOURCIER Tristan P0318	NRP6 NCS	• Pôle de Spécialités médicales-Ophthalmologie / SMO - Service d'Ophthalmologie / Nouvel Hôpital Civil	55.02 Ophtalmologie
	BOURGIN Patrice P0320	NRP6 CS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie - Unité du Sommeil / Hôpital Civil	49.01 Neurologie
	Mme DR. GAND Cécile P0322	NRP6 NCS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
	BRUANT-RODIER Catherine P0323	NRP6 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie Plastique et Maxillo-faciale / HP	50.04 Option : chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique
	Mme CALLARD-OHLMANN Sophie P0171	NRP6 NCS	• Pôle de Spécialités médicales-Ophthalmologie / SMO - Service de Néphrologie-Dialyse et Transplantation / VHC	52.03 Néphrologie

NOM et Prénom	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
CASTELAIN Vincent PC27	NRP0 NCS	- Pôle Urgences - Réanimation médicales / Centre antitoxique - Service de Réanimation médicale / Hôpital Hautepierre	48.02 Réanimation
CHAKFE Nabil PC29	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
CHAHLES Yann Philipe M0913 / PC172	NRP0 NCS	- Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie du rachis / Chirurgie B / HC	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mme CHARLOUX Anne PC20	NRP0 NCS	- Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option biologique)
Mme CHARPIOT Anne PC20	NRP0 NCS	- Pôle Tête et Cou - CETD - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP	55.01 Oto-rhino-laryngologie
Mme CIENARD-NEU Marie-Pierre PC271	NRP0 CS	- Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre	42.03 Anatomie et cytologie pathologiques (option biologique)
CLAVERT Philippe PC277	NRP0 CS	- Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Orthopédie-Traumatologie ou Membre supérieur / HP	42.01 Anatomie (option clinique, orthopédie traumatologique)
COLLANGÉ Olivier PC183	NRP0 NCS	- Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMJR - Service d'Anesthésiologie-Réanimation Chirurgicale / NHC	48.01 Anesthésiologie-Réanimation ; Médecine d'urgence (option Anesthésiologie- Réanimation - Type clinique)
COLLONGUES Nicolas M0913 / PC220	NRP0 NCS	- Pôle Tête et Cou-CETD - Centre d'Investigation Clinique / NHC et HP	49.01 Neurologie
CRIBIER Bernard PC24	NRP0 CS	- Pôle d'Urologie, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	50.03 Dermato-Vénérologie
de BLAY de GAIX Frédéric PC28	RP0 CS	- Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil	51.01 Pneumologie
de SEZE Jérôme PC257	NRP0 CS	- Pôle Tête et Cou - CETD - Centre d'Investigation Clinique (CIC) - AX5 / Hôp. de Hautepierre	49.01 Neurologie
DEBRAY Christian PC279	RP0 CS	- Pôle Tête et Cou - CETD - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP	55.01 Oto-rhino-laryngologie
DEJUFIL F Philippe PC189	RP0 NCS	- Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / Hôpital de Hautepierre	54.03 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale ; option gynécologie-obstétrique
Mme DOLL FUS-WAI "MANN" Hélène PC242	NRP0 CS	- Pôle de Biologie - Service de Génétique Médicale / Hôpital de Hautepierre	47.04 Génétique (type clinique)
EHLINGER Mathieu PC188	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 PC239	NRP0 NCS	- Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie III / Hôpital de Hautepierre	54.01 Pédiatrie
Mme FACCA Sybille PC179	NRP0 CS	- Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie de la Main - SOS Vain / Hôp. Hautepierre	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mme FAFI-KRFEMER Samira PC260	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 PC216	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 PC249	NRP0 NCS	- Pôle de Pathologie thoracique - Service de Chirurgie Thoracique / Nouvel Hôpital Civil	51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
FORNECKER Luc-Matthias PC208	NRP0 NCS	- Pôle d'Onco-Hématologie - Service d'hématologie / ICANS	47.01 Hématologie ; Transfusion Option : Hématologie
GALLIX Benoit PC214	NCS	- IIRU - Institut Hospitalo-Universitaire - Hôpital Civil	45.02 Radiologie et imagerie médicale
GAKGI Afshin PC262	RP0 CS	- Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventive / Nouvel Hôpital Civil	49.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
GARNON Julien PC291	NRP0 NCS	- Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventive / Nouvel Hôpital Civil	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
GAUCHER David PC263	NRP0 NCS	- Pôle des Spécialités Médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil	55.02 Ophtalmologie
GEY Bernard PC264	NRP0 CS	- Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option biologique)
GEORG Yannick PC200	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
GICOUEL Philippe PC265	NRP0 CS	- Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie Pédiatrique / Hôpital de Hautepierre	54.02 Chirurgie infantile
COCHOT Bernard PC266	NRP0 CS	- Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRVED) - Service de Médecine Interne et de Nutrition / HP	54.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
Mme GONZALEZ Maria PC287	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-Eric PC208	NRP0 CS	- Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, L'incriminologie, Diabétologie (MIRVED) - Service de Rhumatologie / Hôpital Hautepierre	50.01 Rhumatologie
HANNDOLCH Ilhary PC271	NRP0 CS	- Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Néphrologie-Dialyse et Transplantation / NHC	52.03 Néphrologie
HANSIMANN Yves PC272	RP0 NCS	- Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service des Maladies Infectieuses et Tropicales / NHC	45.03 Option : Maladies Infectieuses
Mme HELMS Julie M0-14 / PC209	NRP0 NCS	- Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antitoxique - Service de Réanimation Médicale / Nouvel Hôpital Civil	48.02 Médecine Intensive-Réanimation
HESSCH Edouard PC275	NRP0 NCS	- Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre	49.01 Neurologie
IMPLIALL Alesio PC194	NRP0 NCS	- Pôle d'Imagerie - Service de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
ISNER-LEOROBETI Maria-Eve PC189	RP0 CS	- Pôle de Médecine Physique et de Réadaptation - Institut Universitaire de Réadaptation / Clémenceau	49.05 Médecine Physique et Réadaptation
JAULIAC Benoît PC276	NRP0 CS	- Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie-Virologie (biologique)
Mme JEANDIER Na.Paulic PC279	NRP0 CS	- Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRVED) - Service d'Endocrinologie, diabète et nutrition / HC	54.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
Mme JESSE-MOREL Laurence PC201	NRP0 NCS	- Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
KALTENBACH Georges PC281	RP0 CS	- Pôle de Gériatrie - Service de Médecine Interne - Gériatrie / Hôpital de la Robertsau Secours Civitation - 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 P0021	NRPà NCS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Serv. d'Endocrinologie, Diabète, Nutrition et Addictologie / Méc. B11C	51.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
KESSLER Romaric P0022	NRPà NCS	• Pôle de Pathologie Thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil	51.01 Pneumologie
KIADO Michel P0195	NRPà 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 P0027	NRPà CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne et d'Immunologie Clinique / NHC	47.03 Immunologie (option clinique)
KREYER Stéphane M0098 / 70174	NRPà CS	• Pôle d'Imagerie - Service Imagerie II - Neuroradio-Ostéoarticulaire - Pédiatrie / HP	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
KUHN Pierre P0172	NRPà CS	• Pôle médecine-chirurgicale de Pédiatrie - Serv. de Néonatalogie et Réanimation néonatale (Pédiatrie III/HP)	51.01 Pédiatrie
KURTZ Jean-Emmanuel P0085	RPà NCS	• Pôle d'Onco-Hématologie - Service d'hématologie / ICANS	47.02 Option : Cancérologie (clinique)
Mme LALANNE Laurence P0202	NRPà CS	• Pôle de Psychiatrie, Santé mentale et Addictologie - Service d'Addictologie / Hôpital Civil	49.03 Psychiatrie d'adultes : Addictologie (Option : Addictologie)
LANG Hervé P0090	NRPà NCS	• Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Urologique / Nouvel Hôpital Civil	52.04 Urologie
LAUGEL Vincent P0032	RPà CS	• Pôle médecine-chirurgicale de Pédiatrie - Service de Pédiatrie 1 / Hôpital Hautepierre	51.01 Pédiatrie
Mme LEJAY Anne M0102 / 70217 LE MINOH Jean-Marie P0130	NRPà NCS NRPà NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale cardiovasculaire - Service de Chirurgie vasculaire et de Transplantation rénale / NHC • Pôle d'Imagerie - Institut d'Anatomie Normale / Faculté de Médecine - Service de Neuroradiologie, d'Imagerie Ostéoarticulaire et interventionnelle / Hôpital de Hautepierre	51.04 Option : Chirurgie vasculaire 42.01 Anatomie
LESSINGER Jean-Marc P0	RPà 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
LIPSKEF Dan P0062	NRPà NCS	• Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	50.03 Dermato-vénérologie
LIVERNEAUX Philippe P0034	RPà NCS	• Pôle de "Appareil locomoteur" - Service de Chirurgie de la Main - SOS Main / Hôp. de Hautepierre	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
MALOUF Gabriel P0222	NRPà NCS	• Pôle d'Onco-hématologie - Service d'Oncologie médicale / ICANS	47.02 Cancérologie : Radiothérapie Option : Cancérologie
MARK Manuel P0068	NRPà NCS	• Pôle de Biologie - Département : Génomique fonctionnelle et cancer / ICBMC	54.05 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique)
MARTIN Thierry P0086	NRPà 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	NRPà NCS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil	51.01 Pneumologie : Addictologie
Mme MATHÉLIN Carole P0101	NRPà CS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Unité de Sémiologie / ICANS	54.03 Gynécologie-Obstétrique : Gynécologie Médicale
MAUVICUX Laurent P0102	NRPà 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	NRPà 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	NRPà NCS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale/PTM HUS	45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
MERTES Paul-Michel P0104	RPà CS	• Pôle d'Anesthésiologie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésiologie-Réanimation chirurgicale / NHC	48.01 Option : Anesthésiologie-Réanimation (type mixte)
MEYER Alain M0095 / 70223	NRPà 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	NRPà NCS	• Pôle de Santé publique et Santé au travail - Laboratoire de Biostatistiques / Hôpital Civil • Biostatistiques et Informatique / Faculté de médecine / Hôp. Civil - Service de Réanimation Médicale / Nouvel Hôpital Civil	46.04 Biostatistiques, Informatique Médicale et Technologies de Communication (option biologique) Réanimation
MEZIANI Ferhal P0106	NRPà CS	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation Médicale / Nouvel Hôpital Civil	48.02 Réanimation
MONASSIFF Laurent P0107	NRPà CS	• Pôle de Pharmacie-pharmacologie - Lab. de Neurobiologie et Pharmacologie cardio-vasculaire- EA7285 / Fac	46.03 Option : Pharmacologie fondamentale
MORCL Olivier P0108	NRPà NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
MULLIK Bruno P0109	NRPà CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Néphrologie-Dialyse et Transplantari / NHC	52.03 Néphrologie
MUTTER Didier P0111	RPà NCS	• Pôle Hépatogastro de l'Hôpital Civil - Service de Chirurgie Viscérale et Digestive / NHC	52.02 Chirurgie digestive
NAMER Izzie-Janees P0112	NRPà CS	• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
NOEL Georges P0114	NRPà NCS	• Pôle d'Imagerie - Service de radiothérapie / ICANS	47.02 Cancérologie : Radiothérapie Option Radiothérapie biologique
NOLL Eric M0111 / 70218	NRPà NCS	• Pôle d'Anesthésie Réanimation Chirurgicale SAMU-SMUR - Service Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale - HP	48.01 Anesthésiologie-Réanimation
OHANA Mickael P0211	NRPà NCS	• Pôle d'Imagerie - Serv. d'Imagerie C-B - Imagerie viscérale et cardio-vasculaire / NHC	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
OHLMANN Patrick P0113	RPà CS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
Mme OLLAND Anne P0224	NRPà NCS	• Pôle de Pathologie Thoracique - Service de Chirurgie thoracique / Nouvel Hôpital Civil	51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
Mme PAILLARD Catherine P0100	NRPà CS	• Pôle médecine-chirurgicale de Pédiatrie - Service de Pédiatrie III / Hôpital de Hautepierre	51.01 Pédiatrie
PELAGGIA Thierry P0225	NRPà NCS	• Pôle d'Anesthésie / Réanimation chirurgicales / SAMU-SMUR - Centre de formation et de recherche en pédagogie des sciences de la santé / Faculté	46.05 Réanimation ; Médecine d'urgence Option : Médecine d'urgence

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
M ^{me} PERRETTA Silvana PD : 7	NRPô NCS	• Pôle Hépato-digestif de l'Hôpital Civil - Service de Chirurgie Viscérale et Digestive / Nouvel Hôpital Civil	52.02 Chirurgie digestive
PESSAUX Patrick PU : 5	NRPô 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 PD : 9	CDp	- ICANS - Département de médecine oncologique	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie Clinique
PIVOI Xavier PD28	NRPô NCS	- ICANS - Département de médecine oncologique	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie Clinique
POTTECHER Julien PU : 5	NRPô CS	• Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésie et de Réanimation Chirurgicale/Hautepienne	48.01 Anesthésiologie-réanimation ; Médecine d'urgence (option clinique)
PRADIGNAC Alain PD : 25	NRPô NCS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNFD) - Service de Médecine Interne et nutrition / HP	44.04 Nutrition
PROUST François PD : 52	NRPô CS	• Pôle Tête et Cou - Service de Neurochirurgie / Hôpital de Haute-pienne	49.02 Neurochirurgie
Pr RAUL Jean-Sébastien PD : 26	NRPô CS	• Pôle de Biologie - Service de Médecine Légale, Consultation d'Urgences médicales judiciaires et Laboratoire de Toxicologie / Faculté et NHC - Institut de Médecine Légale / Faculté de Médecine	46.03 Médecine Légale et droit de la santé
REIVUND Jean-Marie PU : 28	NRPô NCS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service d'Hépatogastro-Entérologie et d'Assistance Nutritive / HP	52.01 Option : Gastro-entérologie
Pr RICCI Roméo PU : 27	NRPô NCS	• Pôle de Biologie - Département Biologie ou développement et cellules souches / IGUMC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
ROHR Serge PD : 25	NRPô CS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
ROMAIN Benoît M0061 / 1024	NRPô NCS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
M ^{me} ROSSIGNOL -BERNARD Sylvie PD : 25	NRPô NCS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie I / Hôpital de Haute-pienne	54.01 Pédiatrie
ROUL Gérard PU : 29	NRPô NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
M ^{me} ROY Catherine PD : 12	NRPô CS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie B - Imagerie viscérale et cardio-vasculaire / NHC	43.02 Radiologie et imagerie médicale (opt clinique)
SANANES Nicolas PD : 2	NRPô NCS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / HP	54.03 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale Option : Gynécologie-Obstétrique
SAUER Amélie PD : 53	NRPô NCS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil	53.02 Ophtalmologie
SAULEAU Erik-Andre PU : 31	NRPô NCS	• Pôle de Santé publique et de santé mentale - Service de Santé Publique / Hôpital Civil • Biostatistiques et Informatique / Faculté de médecine / HC	46.04 Biostatistiques, Informatique médicale et Technologies de Communication (option biologie)
SAUSSINE Christian PD : 13	RPô CS	• Pôle d'Urologie, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Urologique / Nouvel Hôpital Civil	52.04 Urologie
M ^{me} SCIATZ Claude PD : 47	NRPô CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil	53.02 Ophtalmologie
M ^{me} SCHLUTH-BOLARD Caroline PU25	NRPô NCS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic Génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique (option biologique)
SCHNEIDER Francis PD : 44	NRPô CS	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipolison - Service de Réanimation médicale / Hôpital de Haute-pienne	48.02 Réanimation
M ^{me} SCHRÖDER Carmen PU : 55	NRPô CS	• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie pour Enfants et Adolescents / HC	49.04 Pédopsychiatrie ; Addictologie
SCHULTZ Philippe PD : 15	NRPô NCS	• Pôle Tête et Cou - CETO - Service d'oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie neuro-faciale / HP	55.01 Oto-rhino-laryngologie
SCRATY Lawrence PD : 37	NRPô CS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service d'Hépatogastro-Entérologie et d'Assistance Nutritive/HP	52.01 Gastro-entérologie ; Hépatologie ; Addictologie Option : Hépatologie
SIBILIA Jean PD : 46	NRPô NCS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNFD) - Service de Rhumatologie / Hôpital Hautepienne	50.01 Rhumatologie
STEPHAN Dominique PU : 53	NRPô CS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Services Maladies vasculaires-HTA-Pharmacologie clinique/NHC	51.01 Option : Médecine vasculaire
THAVEAU Fabien PD : 52	NRPô NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie vasculaire et de transplantation rénale / NHC	51.04 Option : Chirurgie vasculaire
M ^{me} TRANCHANT Christine PD : 53	NRPô CS	• Pôle Tête et Cou - CETO - Service de Neurologie / Hôpital de Haute-corse	49.01 Neurologie
VEILLON Francis PU : 55	NRPô CS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie 1 - Imagerie viscérale, ORL et mammaire / HP	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
VELTEN Michel PD : 55	NRPô NCS	• Pôle de Santé publique et de santé mentale - Département de Santé Publique / Secteur 3 - Epidémiologie et Economie de la Santé / Hôpital Civil • Laboratoire d'Epidémiologie et de santé publique / Faculté	46.01 Epidémiologie, économie de la santé et prévention (option biologique)
VETTER Denis PD : 57	NRPô NCS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNFD) - Service de Médecine Interne, Diabète et Maladies métaboliques/HC	52.01 Option : Gastro-entérologie
VIDALHET Pierre PD : 55	NRPô 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
VIVILL Stéphan PD : 59	NRPô 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 PU : 59	NRPô CS	• Pôle de Gériatrie - Service des soins de suite et réadaptation gériatrique/Hôp.Robertsau	51.01 Option : Gériatrie et biologie du vieillissement
WFRFR Jean-Christophe Pierre PD : 62	NRPô 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 19207	NRP5 NCS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation Service de Chirurgie Générale et de Transplantations multi-organes / HP - Coordinateur des activités de prélèvements et transplantations des IJU	53.02 Chirurgie générale
Mme WOLFF Valérie P001	NRP5 CS	• Pôle Tête et Cou - Unité Neurovasculaire / Hôpital de Hautepierre	49.D1 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 CSa : Chef de service provisoire (un an)

CU : Chef d'unité fonctionnelle

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

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

(1) En surnom universitaire jusqu'au 31.08.2019

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

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

(6) En surnom 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	NRP5 CS	• Pôle Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO Service de Soins palliatifs / NHC	46.05 Médecine palliative
HABETSZEH François	CS	• Pôle Hépatodigestif - Service de Gastro-Entérologie - NHC	52.D1 Gastro-Entérologie
MIYAZAKI Toru		• Pôle Biologie - Laboratoire d'Immunologie Biologique / HC	
SALVAT Eric	CS	• Pôle Tête-Cou - Centre d'Evaluation et de Traitement de la Douleur / HP	

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

M0142			
NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
AGIN Arnaud M0001		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et Médecine nucléaire
Mme ANI ONI Delphine M0100		• 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 ; toxicologie Option : pharmacologie fondamentale
Mme BIANCAI ANA 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 BRIJ Valérie M0025		• 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 M0110		• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventionnelle / NHC	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
Mme CEBULA Hélène M0127		• Pôle Tête-Cou - Service de Neurochirurgie / HP	49.02 Neurochirurgie
CERAILINE Jocelyn M0019		• Pôle de Biologie - Département de Biologie structurale Intégrative / IGBVC	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 M0017		• 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 Clod M hacla M0138		• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire Serv. des Maladies vasculaires IITA Pharmacologie clinique/NHC	51.04 Option : Médecine vasculaire
DALI-YOUCEF Ahmed Nassim M0017		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et Biologie moléculaire / NHC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
DELHORIVE Jean-Baptiste M0130		• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
DLVYS Didi M0010		• 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 de Médecine - Institut de Médecine Légale / Faculté de Médecine	48.03 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, Adaptologie
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)
FOUCHILH Jack M0027		• Institut de Physiologie / Faculté de Médecine • Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie / 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 et oncologie
GIES Vincent M0170		• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne et d'Immunologie Clinique / NHC	47.03 Immunologie (option clinique)
GRIFFON 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 Laure M0119		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
HUBBLE Fabrice M0037		• 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 Génétique fonctionnelle et cancer / IGRMC	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 M0070		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
Mme LANNES Béatrice M0021		• Institut d'Histologie / Faculté de Médecine • Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre	42.02 Histologie, Embryologie et Cytogénétique (option biologique)
LAVALUX Thomas M0022		• 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
LCNORMAND Cédric MU166		• Pôle de Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	50.03 Dermato-Vénérologie
LHERMITTE Benoît MU115		• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Haute-pierre	42.03 Anatomie et Cytopathologie Pathologiques
LUTZ Jean-Christophe MOC48		• Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Plastique et Maxillo-faciale / Hôpital Civil	55.03 Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
MIGUE I Laurent MUC17		• 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 MOC49	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 MOC50		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique (option biologique)
Mme NICOLAE Alina MU127		• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Haute-pierre	42.03 Anatomie et Cytopathologie Pathologiques (Option Clinique)
Mme VOURRY Nathalie MOC11		• 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 MOC52		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et biologie moléculaire / NIIC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
PFAFF Alexander MOC53		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale /PTM HUS	45.02 Parasitologie et mycologie
Mme PITON Armélie MOC54		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / NHC	47.04 Génétique (option biologique)
Mme PORTER Louise MOC135		• Pôle de Biologie - Service de Génétique Médicale / Hôpital de Haute-pierre	47.04 Génétique (type clinique)
PREVOST Gilles MOC37		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
Mme RADOSAVLJEVIC Mijana MOC58		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil	47.03 Immunologie (option biologique)
Mme REIX Nathalie MOC55		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et Biologie moléculaire / NHC - Service de Chirurgie / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
Mme RIOU Marianne MOC141		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et explorations fonctionnelles / NIIC	44.02 Physiologie (option clinique)
ROGUE Patrick (cf. A2) MOC60		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie Générale et Spécialisée / NHC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire (option biologique)
Mme ROLLAND Delphine MOC121		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Hématologie biologique / Haute-pierre	47.01 Hématologie ; transfusion (type mixte : Hématologie)
Mme RUPPERT Elisabeth MOC106		• Pôle Tête et Cou - Service de Neurologie - Unité de Pathologie du Sommeil / NIIC	49.01 Neurologie
Mme SABOU Aline MOC56		• 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 MU122		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique
SCHRAMM Frédéric MOC55		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
Mme SOLIS Margare MOC123		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Virologie / Hôpital de Haute-pierre	45.01 Bactériologie-Virologie ; hygiène hospitalière Option : Bactériologie-Virologie
Mme SORDET Christelle MOC59		• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital de Haute-pierre	50.01 Rhumatologie
Mme TLAGHAND-HEBOUL Emilie MU142		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
TALHA Samy MOC70		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option clinique)
Mme TALON Isabelle MOC57		• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie Pédiatrique / Hôpital Haute-pierre	54.02 Chirurgie infantile
TCLÉTIN Marius MOC71		• 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 MUC14		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie Biologique - Hôpital de Haute-pierre	47.01 Hématologie ; Transfusion Option Hématologie Biologique
Mme VFI AY-RUSCH Aurélie MU125		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Virologie / Hôpital Civil	45.01 Bactériologie-Virologie ; Hygiène Hospitalière Option Bactériologie-Virologie biologique
Mme VILLARD Odile MOC76		• Pôle de Biologie - Labo. de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS et Fac	45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
Mme WOLF Michèle MOC10		• Chargée de mission - Administration générale - Direction de la Qualité / Hôpital Civil	48.03 Option : Pharmacologie fondamentale
Mme ZALOSZYC Ariane ép. MARCANTONI MU116		• Pôle Médico-Chirurgicale Pédiatrie - Service de Pédiatrie / Hôpital de Haute-pierre	54.01 Pédiatrie
ZOLL Jeffrey MOC77		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / HC	44.02 Physiologie (option clinique)

B2 - PROFESSEURS DES UNIVERSITES (monoappartenant)

Pr BONAH Christian PM166

Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine

72. Epistémologie - Histoire des sciences et des Techniques

B3 - MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES (monoappartenant)

M ^r KESSEL Nils	Département d'histoire de la Médecine / Faculté de Médecine	72. Epistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
M ^r LANDRE Lionel	ICUBE-UMR /357 - Equipe IVIS / Faculté de Médecine	69. Neurosciences
Mme FHALLES Célia	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
M ^r VAGNERON Frédéric	Département d'histoire de la Médecine / Faculté de Médecine	72. Epistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
M ^r 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. GHIES Jean-Luc	M0064	Médecine générale (01.09.2017)
Pr Ass. GROB-BERTHOU Anne	M0069	Médecine générale (01.09.2015)
Pr Ass. GUILLOU Philippe	M0068	Médecine générale (01.11.2013)
Pr Ass. HUI D Philippe	M0060	Médecine générale (01.11.2013)
Pr Ass. ROUGERIC Fabien	M0067	Médecine générale (01.09.2014)

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

Dre CHAMBE Juliette	M0008	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 31.08.2018)
Dre SANSELME Anne-Elisabeth		Médecine générale
Dr SCHIMM Yarnick		Médecine générale

D - ENSEIGNANTS DE LANGUES ETRANGERES

D1 - PROFESSEUR AGREGÉ, PRAG et PRCE DE LANGUES

Mme ACKER-KESSLER Pia	M0065	Professeure certifiée d'Anglais (depuis 01.09.03)
Mme CANDAS Peggy	M0066	Professeure agrégée d'Anglais (depuis le 01.09.99)
Mme SIEBENBOUR Marie-Noëlle	M0067	Professeure certifiée d'Allemand (depuis 01.09.11)
Mme JUNGER Nicole	M0068	Professeure certifiée d'Anglais (depuis 01.09.03)
Mme MAHLEN Susanne	M0066	Professeure certifiée d'Allemand (depuis 01.09.11)

E - PRATICIENS HOSPITALIERS - CHEFS DE SERVICE NON UNIVERSITAIRES

Dr ASTRUC Dominique	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Réanimation pédiatrique spécialisée et de surveillance continue / Hôpital de Hautepierre
Dr DE MARCHI Martin	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle Oncologie médico-chirurgicale et d'Hématologie - Service d'Oncologie Médicale / ICANS
Mme Drs GERARD Bénédicte	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic Génétique / Nouvel Hôpital Civil
Mme Dre GOURIEUX Bénédicte	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle de Pharmacie-pharmacologie - Service de Pharmacie-Stérilisation / Nouvel Hôpital Civil
Dr KACHHEH Patrick	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle de Gériatrie - Service de Soins de suite de Longue Durée et d'hébergement gériatrique / EHPAD / Hôpital de la Robertsau
Mme Dre LALLEMAN Lucie	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle Urgences - SAMU67 - Médecine Intensive et Réanimation - Permanence d'accès aux soins de santé - La Boussole (PASS)
Dr LEFEBVRE Nicolas	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle de Spécialités Médicales - Ophtalmologie - Hygiène (SMO) - Service des Maladies Infectieuses et Tropicales / Nouvel Hôpital Civil
Mme Dre LICHTBLAU Isabelle	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle de Biologie - Laboratoire de biologie de la reproduction / CMCO de Schiltigheim
Mme Dre MARTIN-HUNYADI Catherine	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle de Gériatrie - Secteur Evaluation / Hôpital de la Robertsau
Dr NISAND Gabriel	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle de Santé Publique et Santé au travail - Service de Santé Publique - DIM / Hôpital Civil
Mme Dre PFTIT Flore	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle de Spécialités Médicales - Ophtalmologie - Hygiène (SMO) - UCSA
Dr PIHRILLO Olivier	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle de Gynécologie et d'Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / CMCO
Dr REY David	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - «Le trait d'union» - Centre de soins de l'infection par le VIH / Nouvel Hôpital Civil
Mme Dra RONDE OUSTEAU Cécile	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle Locomax - Service de Chirurgie Séptique / Hôpital de Hautepierre
Mme Dre RONGIERES Catherine	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle de Gynécologie et d'Obstétrique - Centre Clinico Biologique d'AMP / CMC
Dr TCHOMAKOV Dimitar	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle Médico-Chirurgical de Pédiatrie - Service des Urgences Médico-Chirurgicales pédiatriques / Hôpital de Hautepierre
Mme Dre WEISS Anne	<ul style="list-style-type: none"> • 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 (Génétiq ue et biologie moléculaire et cellulaire)
- o **pour trois ans (1er août 2019 au 31 mars 2022)**
 - Mme STEIB Annick (Anesthésie, Réanimation chirurgicale)
- o **pour trois ans (1er septembre 2019 au 31 août 2022)**
 - DUFLOU Patrick (Cardéologie 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)
 - KÖPFERSCHMITT 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)
 - STIEB 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 CIARRON 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)
Pr RONGIERES Catherine	(2019-2020)

(* 4 années au maximum)

G1 - PROFESSEURS HONORAIRES

AULOFF Michel (Chirurgie digestive) / 01.09.94	KUNTZMANN Francis (Gériatrie) / 01.09.07
BARIN Serge (Orthopédie et Traumatologie) / 01.09.07	KURTZ Daniel (Neurologie) / 01.09.98
BALDAUF Jean-Jacques (Gynécologie obstétrique) / 01.09.21	LANG Gabriel (Orthopédie et traumatologie) / 01.10.98
BAREISS Pierre (Cardiologie) / 01.09.12	LANGER Bruno (Gynécologie) / 01.11.19
BATZENSCHLAGER Ancre (Anatomie Pathologique) / 01.10.95	LEVY Jean-Marc (Pédiatrie) / 01.10.95
BAUMANN René (Hépatogastro-entérologie) / 01.09.10	LONSDORFER Jean (Physiologie) / 01.09.10
BERGHEIM Jean-Pierre (Cancérologie) / 01.01.18	LUZ Patrick (Pédiatrie) / 01.09.18
BERTHIER Marc (Gériatrie) / 01.09.18	MAILLOT Claude (Anatomie normale) / 01.09.03
BIENTZ Michel (Hygiène Hospitalière) / 01.09.04	MAITRE Michel (Biochimie et biol. moléculaire) / 01.09.13
BLICKLE Jean-Frédéric (Médecine Interne) / 15.10.17	OPL / 01.09.10is (Généraliste) / 01.09.18
BLOCH Pierre (Radiologie) / 01.10.95	MANGIN Patrice (Médecine Légale) / 01.12.14
BOEHM-BURGER Nelly (Histologie) / 01.09.20	MANTZ Jean-Marie (Réanimation médicale) / 01.10.94
BOURJAT Pierre (Radiologie) / 01.09.03	MARESCAUX Christian (Neurologie) / 01.09.10
BOUSQUET Pascal (Pharmacologie) / 01.09.19	MARESCAUX Jacques (Chirurgie digestive) / 01.09.16
BRECHENMACHER Claude (Cardiologie) / 01.07.99	MARK Jean-Joseph (Biochimie et biologie cellulaire) / 01.09.99
BRETTES Jean-Philippe (Gynécologie-obstétrique) / 01.09.10	MESSER Jean (Podiatrie) / 01.09.07
BURGHARD Guy (Pneumologie) / 01.10.88	MEYER Christian (Chirurgie générale) / 01.09.13
BURSSTEIN Claude (Pédopsychiatrie) / 01.09.18	MEYER Pierre (Biostatistiques, informatique méd.) / 01.09.10
CANTINCAU Alain (Médecine et Santé au travail) / 01.09.15	MONTIL Henri (Bactériologie) / 01.09.11
CAZENAVE Jean-Pierre (Hématologie) / 01.09.15	MOSSAHD Jean-Marie (Cardiologie) / 01.09.09
CHAMPY Maxime (Stomatologie) / 01.10.95	OUFT Pierre (Biologie cellulaire) / 01.09.13
CHAUVIN Michel (Cardiologie) / 01.09.18	PASQUALI Jean-Louis (Immunologie clinique) / 01.09.15
CHIELLY Jameledine (Diagnostic généraliste) / 01.09.20	PATRIS Michel (Psychiatrie) / 01.09.15
CINQUAI BRF Jacques (Chirurgie générale) / 01.10.12	Mme PAULI Gabrielle (Pneumologie) / 01.09.11
CLAVERT Jean-Michel (Chirurgie infantile) / 31.10.16	PINGET Michel (Endocrinologie) / 01.09.19
COLLARD Maurice (Neurologie) / 01.09.00	POTTECHIER Thierry (Anesthésie et Réanimation) / 01.09.18
CONSTANTINESCO André (Biophysique et médecine nucléaire) / 01.09.11	REYS Philippe (Chirurgie générale) / 01.09.98
DIETEMANN Jean-Louis (Radiologie) / 01.09.17	RITTER Jean (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.02
DOFFOEL Michel (Gastro-entérologie) / 01.09.17	RUMPLER Yves (Biol. développement) / 01.09.10
DUCLOS Bernard (Hépatogastro-hépatologie) / 01.09.19	SANDNER Guy (Physiologie) / 01.09.17
DUPEYRON Jean-Pierre (Anesthésiologie et Réa. Chir.) / 01.09.13	SAUDER Philippe (Réanimation médicale) / 01.09.20
EISENMANN Bernard (Chirurgie cardiaque vasculaire) / 01.04.10	SAUVAGE Paul (Chirurgie infantile) / 01.09.04
FABRE Michel (Cytologie et histologie) / 01.09.02	SCHLAEDER Guy (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.01
FISCHBACH Michel (Pédiatrie) / 01.10.16	SCHLIENGER Jean-Louis (Médecine Interne) / 01.08.11
FLAMENT Jacques (Ophtalmologie) / 01.09.09	SCHRAUB Simon (Radiothérapie) / 01.09.12
GAY Gérard (Hépatogastro-entérologie) / 01.09.13	SICK Henri (Anatomie normale) / 01.09.06
GEFFRINGIER Pierre (Biol. de la Reproduction) / 01.09.04	STIFFEL Jean-Luc (ORI) / 01.09.10
GRUCKER Daniel (Institut de Physique Biologique) / 01.09.21	STOLL Claude (Généraliste) / 01.09.09
GUT Jean-Pierre (Virologie) / 01.09.14	STOLL-KELLER Françoise (Virologie) / 01.09.15
HASSELMANN Michel (Réan. méd. médicale) / 01.09.18	STORCK Daniel (Médecine interne) / 01.09.03
HAUPTMANN Georges (Hématologie biologique) / 01.09.06	TEMPE Jean-Daniel (Réan. méd. médicale) / 01.09.06
HCID Ernest (Dermatologie) / 01.09.04	TONGIO Jean (Radiologie) / 01.09.02
IMLER Marc (Médecine interne) / 01.09.88	TREISSER Alain (Gynécologie-Obstétrique) / 24.03.08
JACQUIN Didier (Urologie) / 08.08.17	VAUTRAVERS Philippe (Médecine physique et réadaptation) / 01.09.16
JAECK Daniel (Chirurgie générale) / 01.09.11	VETTER Jean-Marie (Anatomie pathologique) / 01.09.13
JESSEL Michel (Médecine physique et réadaptation) / 01.09.01	VINCENDON Guy (Biochimie) / 01.09.08
KAHN Jean-Luc (Anatomie) / 01.09.18	WALTER Paul (Anatomie Pathologique) / 01.09.09
KCHR Pierre (Chirurgie orthopédique) / 01.09.86	WATTILZ Arnaud (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.21
KHEMER Michel / 01.09.88	WILHM Jean-Marie (Chirurgie maxillo-faciale) / 01.09.13
KRFTZ Jean-Georges (Chirurgie vasculaire) / 01.09.18	WIK Astrid (Chirurgie maxillo-faciale) / 01.09.15
KRIEGER Jean (Neurologie) / 01.01.07	WILLARD Daniel (Pédiatrie) / 01.09.96
KUNTZ Jean-Louis (Rhumatologie) / 01.09.08	WOLFRAM-GABEL Renée (Anatomie) / 01.09.98

Légende des adresses :

FAC : Faculté de Médecine : 4, rue Kirschleger - F - 67085 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.85.35.20 - Fax : 03.88.85.35.18 ou 03.88.85.34.67

HOPITAUX UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG (HUS) :

- NHC : **Nouvel Hôpital Civil** : 1, place de l'Hôpital - BP 426 - F - 67091 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.89.55.07.08
- 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 Mairère - 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. : 03.88.11.55.17
- **Hôpital de l'Elsau** : 15, rue Cranach - 67200 Strasbourg - Te. : 03.88.11.67.68

CMCO - Centre Médico-Chirurgical et Obstétrical : 19, rue Louis Pasteur - BP 120 - Schiltigheim - F - 67003 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 Graffenstaden Cedex - Tél. : 03.88.53.20.00

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 Clermont - CIU de Strasbourg et UGCCAM (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
À 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 mon président de jury de thèse, Pr Catherine Roy, PUPH en Radiologie, qui travaille sans relâche pour que les internes soient bien accueillis et formés.

A mon directeur de thèse, Pr. Mickaël Ohana, PUPH en Radiologie, merci infiniment d'avoir été à mes côtés pour réaliser cette thèse, merci pour les nombreuses relectures et les encouragements. Merci pour la transmission des connaissances, de la passion pour la radiologie et du soutien apporté tout au long de mon internat.

A mon jury de thèse constitué du Dr Thibault Willaume PH en radiologie, qui partage avec nous sa passion pour la radiologie avec beaucoup de pédagogie.

Merci au Dr. Luc Mertz pour avoir fourni les données ayant permis de réaliser ce travail de thèse, d'avoir analysé mon travail et d'avoir participé à mon jury de thèse, permettant de donner un point de vue extra-médical à mon sujet portant sur la radioprotection des patients.

A mes parents, un énorme merci pour le soutien apporté tout au long de mes études.

A mon épouse Estelle, tellement gentille et aimante, un merci infini pour ton soutien au quotidien. Merci d'avoir pris le temps de relire ma thèse avec moi.

A ma fille Diane, tellement belle et souriante qui me comble de bonheur chaque jour.

A ma sœur Hélène, qui m'a toujours encouragé malgré la distance.

A mes grands-parents Erica, Jeannette, Hubert, Freddy et à tout le reste de ma famille qui m'ont toujours aimé et soutenu.

A mon ami d'enfance, Gauthier, qui a suivi mon parcours depuis toujours, et qui a su rester à mes côtés malgré la distance.

A mes amis Benoit et Stanislas, qui ont été à mes côtés depuis l'externat et avec qui je me suis toujours beaucoup amusé.

A mes autres amis de la fac qui me sont chers et avec qui j'ai profité de superbes vacances dans le Sud et au ski notamment, en particulier **Sébastien, Niels & Céline, Pierre, Melwyn, Ivan, Kévin, Lynn**.

A mes amis Jules et Lucie avec qui je déguste les mets les plus exquis.

Table des matières

Introduction :	16
Matériels et Méthodes	17
Éthique	17
Population	18
Technique d'acquisition	20
Base de données	20
Évaluation de la qualité des images :	21
Analyse qualitative	21
Analyse quantitative	22
Statistiques	25
Population générale	25
Échantillon tiré au sort	25
Résultats	26
Population	26
Résultats globaux	27
Résultats Échantillons	29
Discussion	32
Conclusion	Erreur ! Signet non défini.

Table des illustrations

Tableau 1 : Protocoles d'acquisition en fonction du type d'examen (identiques sur les 2 scanners).....	20
Figure 1 : Coupe tomодensitométrique d'une acquisition de la série « TAP oncologique » avec région d'intérêt placée dans le parenchyme hépatique droit en arrière de la veine cave inférieure.....	22
Figure 2 : Coupe tomодensitométrique d'une acquisition de la série « Thorax standard » avec région d'intérêt placée dans l'aorte thoracique descendante.....	23
Figure 3 : Coupe tomодensitométrique d'une acquisition de la série « Crâne standard » avec région d'intérêt placée dans la portion antérieure du noyau caudé droit.....	24
Figure 4 : Diagramme de flux représentant la répartition de la population de l'étude.....	26
Figure 5 : Diagramme en boîtes à moustaches montrant la répartition de la dose reçue par les patients (DLP) en fonction du type de scanner et du protocole d'acquisition.....	27
Figure 6 : Courbes de corrélation représentant la dose d'irradiation délivrée aux patients (DLP) par rapport à leur IMC.....	29
Tableau 2 : Valeurs moyennes du rapport Signal sur Bruit, Contraste sur Bruit et score de likert (sur 5) de qualité d'image évalués sur les échantillons des 4 protocoles, en fonction du type de scanner.....	30
Figure 7 : Diagramme en boîtes à moustaches montrant la répartition du rapport contraste sur bruit (CNR) pour chaque type de scanner et pour chaque protocole.....	31

Introduction :

Les progrès informatiques, en permettant une augmentation exponentielle de la puissance computationnelle, ont permis d'améliorer considérablement les techniques de reconstruction d'images TDM au cours des deux dernières décennies¹. Les techniques de reconstructions itératives à base statistique (Statistical-Based Iterative Reconstruction ou SBIR) et celles basées sur une modélisation théorique du scanner (Model-Based Iterative Reconstruction ou MBIR) ont été introduites dans les années 2000-2010²³⁴, permettant une réduction majeure du bruit de l'image et ainsi une optimisation des rapports Signal/Bruit et Contraste/Bruit pour des doses d'irradiation plus faibles⁵⁶⁷⁸. Ces techniques de reconstructions itératives constituent encore le standard actuel.

De nouvelles méthodes de reconstruction d'images ont été développées utilisant des procédés d'intelligence artificielle tels le « Deep Learning » qui se basent sur des réseaux de neurones convolutionnels⁹. Ces réseaux de neurones sont entraînés sur des groupes d'images labellisées de bonne qualité, puis sont ensuite capables d'analyser des images brutes et de différencier le bruit du signal de manière plus efficace que les algorithmes standards. Ceci permet une amélioration supplémentaire de la qualité d'image¹⁰¹¹¹²¹³ ainsi qu'une réduction de la dose d'irradiation administrée au patient¹⁴¹⁵¹⁶¹⁷.

Plusieurs constructeurs ont développé leur algorithme de reconstruction d'images par Deep learning, comme par exemple le constructeur Canon qui a développé en 2019 un algorithme de reconstruction d'image par Deep Learning appelé Advanced intelligent Clear IQ-Engine (AiCE)¹⁸.

La majorité des études publiées portant sur les algorithmes de reconstruction d'image par Deep learning (DLR) ont cherché à mettre en avant leur supériorité en terme de qualité d'image¹⁰¹¹¹²¹³ en comparaison avec les précédents algorithmes de reconstruction d'images. Les protocoles d'acquisitions et les constantes utilisés dans ces études étaient similaires et leur objectif était d'améliorer la qualité d'image finale en restant sur une dosimétrie identique.

En revanche, à notre connaissance, peu d'études se sont attelées à évaluer le potentiel de réduction de dose permis par les algorithmes de DLR, que ce soit sur des fantômes¹⁴¹⁵ ou en vie réelle¹⁶¹⁷. De plus, ces quelques études en vie réelle ont été réalisées à partir de nombres restreints de patients (100 patients au maximum) et selon un unique protocole d'acquisition d'images. Ainsi, l'impact de l'utilisation de ces algorithmes de DLR sur la dosimétrie globale en vie réelle est encore peu étudié.

L'objectif principal de notre étude est d'estimer la réduction de dose d'irradiation qu'il est possible d'atteindre en vie réelle en utilisant un algorithme de DLR par rapport à un algorithme de reconstruction itérative (IR), avec un objectif de qualité d'image au moins équivalente. Notre étude inclut un nombre important de patients répartis selon 4 protocoles d'acquisition différents utilisés couramment en clinique.

Notre objectif secondaire est d'étudier la variation du potentiel de la réduction de dose d'irradiation en fonction de l'IMC et du sexe du patient.

Matériels et Méthodes

Éthique

Notre étude est réalisée de manière rétrospective sur des données ayant été recueillies dans un but clinique. Le plan de notre étude a été validé par le comité d'éthique et l'accord écrit des patients participants n'était pas requis.

Population

Il s'agit d'une étude rétrospective monocentrique, portant sur l'analyse des données densitométriques (Dose Archiving and Communication System ou DACS) de patients ayant effectué un scanner au sein du service de radiologie diagnostique du Nouvel Hôpital Civil de Strasbourg, recueillies entre mai 2018 et mai 2021.

L'ensemble des patients dont les données d'irradiation ont été stockées sur le DACS – soit en théorie la totalité des scanners acquis – durant cette période ont été considérés pour inclusion dans cette étude. Tous ces examens ont été analysés de manière à en dégager deux populations couvrant quatre examens types différents.

Deux populations ont été construites à partir de notre cohorte :

- une population d'examens acquis sur un scanner de 320 barrettes équipé d'un logiciel de reconstruction itérative (Aquilion One Genesis, avec AIDR, installé en mai 2018), constituant le groupe contrôle que l'on nommera CT-IR.
- une population d'examen acquis sur un scanner de 320 barrettes équipé d'un logiciel de DLR (Aquilion One Prism, avec AiCE), constituant le groupe de test que l'on nommera CT-DLR.

Pour chaque population, la totalité des examens acquis et répondant à des catégories bien définies ont été retenus pour inclusion et analyse finale, en mettant des sélecteurs en terme de zone anatomique, d'injection de produit de contraste (PdC) et de couverture dans l'axe Z, de manière à homogénéiser les données. Une unique série était incluse.

Ces 4 examens types étaient :

- « Thorax standard » : il s'agit d'examens pour lesquels il a été réalisé une unique acquisition volumique hélicoïdale.

- Zone anatomique : thorax
- Injection : non
- Couverture minimale et maximale : 20-60cm

- « Crâne standard » : ce sont des examens pour lesquels il a été réalisé une unique acquisition volumique hélicoïdale.

- Zone anatomique : crâne
- Injection : non
- Couverture minimale et maximale : 9-40cm

- « TAP Bilan oncologique » : ce sont des examens pour lesquels il a été réalisé une unique acquisition volumique hélicoïdale au temps portal (environ 70 secondes après injection de PdC).

- Zone anatomique : thorax-abdomen-pelvis
- Injection : oui
- Couverture minimale et maximale : 50-100cm

- et « Membres inf. vasculaire » : il s'agit des examens pour lesquels il a été réalisé une unique acquisition volumique hélicoïdale au temps artériel (environ 30 secondes après injection de PdC).

- Zone anatomique : abdomen et membres inférieurs
- Injection : oui
- Couverture minimale et maximale : 100-180cm

Technique d'acquisition

Les acquisitions scannographiques ont été effectuées sur deux appareils : le scanner AQUILION ONE, GENESIS EDITION qui utilise un algorithme de MBIR (Model Based Iterative Reconstruction) correspondant à une technique de reconstruction d'images itérative et le scanner AQUILION ONE, PRISM EDITION qui utilise un algorithme nommé AiCE (Advanced intelligent Clear-IQ Engine) correspondant à une technique de reconstruction d'images par Deep-Learning.

Les protocoles d'acquisition sont identiques sur les 2 appareils, à l'exception des algorithmes de reconstruction et de la modulation automatique de dose selon l'axe Z qui est adaptée à ces algorithmes. Les protocoles sont résumés dans le Tableau 1.

Protocole	Collimation	Kilovoltage (kv)	Miliampères (mA)	Temps de rotation (s)	Épaisseur de coupe (mm)
TAP oncologique	0,5 x 80	Automatique défini suivant le scout	Modulation	0,5	1 tous les 0,8
Thorax standard	0,5 x 80	Automatique défini suivant le scout	Modulation	0,275	1 tous les 0,8
Crâne standard	0,5 x 40	120	Modulation	0,75	1 tous les 0,8
Membre inf. vasculaire	0,5 x 40	100	Modulation	0,4	1 tous les 0,8

Tableau 1 : Protocoles d'acquisition en fonction du type d'examen (identiques sur les 2 scanners).

Base de données

Les données des patients analysées ont été extraites du DACS par l'équipe de radioprotection des hôpitaux universitaires de Strasbourg. Les examens sélectionnés dont la labellisation ainsi que les critères de zone anatomique, d'injection et de couverture dans l'axe Z correspondent aux quatre protocoles d'examen que nous avons choisi d'analyser sur la période d'étude choisie.

Pour chaque patient, les données suivantes ont été collectées :

La date de l'examen, le numéro d'identification de l'examen, l'appareil sur lequel a été réalisé l'examen, le numéro d'identification du patient (NIP), le protocole de l'examen, le sexe du patient, le poids, la taille et l'IMC de chaque patient (si disponible), le Produit Dose-Longueur (mGy.cm), le Computed Tomography Dose Index (CTDI) volumique maximal (en mGy), le temps d'exposition (en milliseconde), la longueur du champ d'acquisition (en mm), la tension de l'appareil (en kilovolts), la tension du tube (miliAmpère) et les miliampères-seconde (mAs).

Évaluation de la qualité des images :

Analyse qualitative

Afin de comparer la qualité des images reconstruites avec l'algorithme de Deep Learning et l'algorithme de reconstruction itérative, nous avons réalisé un tirage au sort stratifié à probabilités proportionnelles à la taille de 25 patients issus du groupe « CT-IR » pour chacun de nos 4 protocoles d'examens. La variable de stratification est l'IMC catégorisée en 4 classes (« IMC < 20 », « 20 < IMC < 25 », « 25 < IMC < 30 », « IMC > 30 »). Cette méthode permet d'obtenir un échantillon présentant une distribution d'IMC proche de la population originale. Les 25 patients issus du groupe « CT-DLR » ont ensuite été sélectionnés en réalisant un appariement individuel avec ratio 1:1 combinant la méthode exacte pour le sexe et la méthode du plus proche voisin pour l'IMC.

Nous avons procédé à une analyse subjective de la qualité des images par un radiologue (LG, avec 4 ans d'expérience en scanner) sur une échelle de Likert de 1 à 5 selon les guidelines européennes sur la qualité des images¹⁹ (1 : Mauvaise qualité d'image, non diagnostique ; 2 : qualité d'image médiocre peu contributive pour le diagnostic ; 3 : qualité d'image médiocre, mais apportant les principales informations diagnostiques ; 4 : Bonne qualité d'image, permettant d'apporter la plupart des informations diagnostiques ; 5 : qualité d'image optimale).

Analyse quantitative

-Pour les scanners effectués selon les protocoles « TAP bilan oncologique » et « Membres inf. vasculaire », nous nous sommes inspirés du protocole utilisé dans l'étude de Bhosale et al.²⁰ en plaçant une région d'intérêt (ROI) en coupe axiale au sein du parenchyme hépatique droit en arrière de la veine cave d'environ 20mm² (Figure 1), une ROI au sein de la graisse sous-cutanée abdominale d'environ 20mm² si possible (la taille de la ROI est diminuée si l'épaisseur du tissu adipeux n'est pas suffisante) afin d'en mesurer la valeur moyenne.

Une ROI de taille similaire est placée au sein du bruit de fond à l'extérieur du patient afin d'en mesurer la distribution (écart-type) de la valeur des voxels.

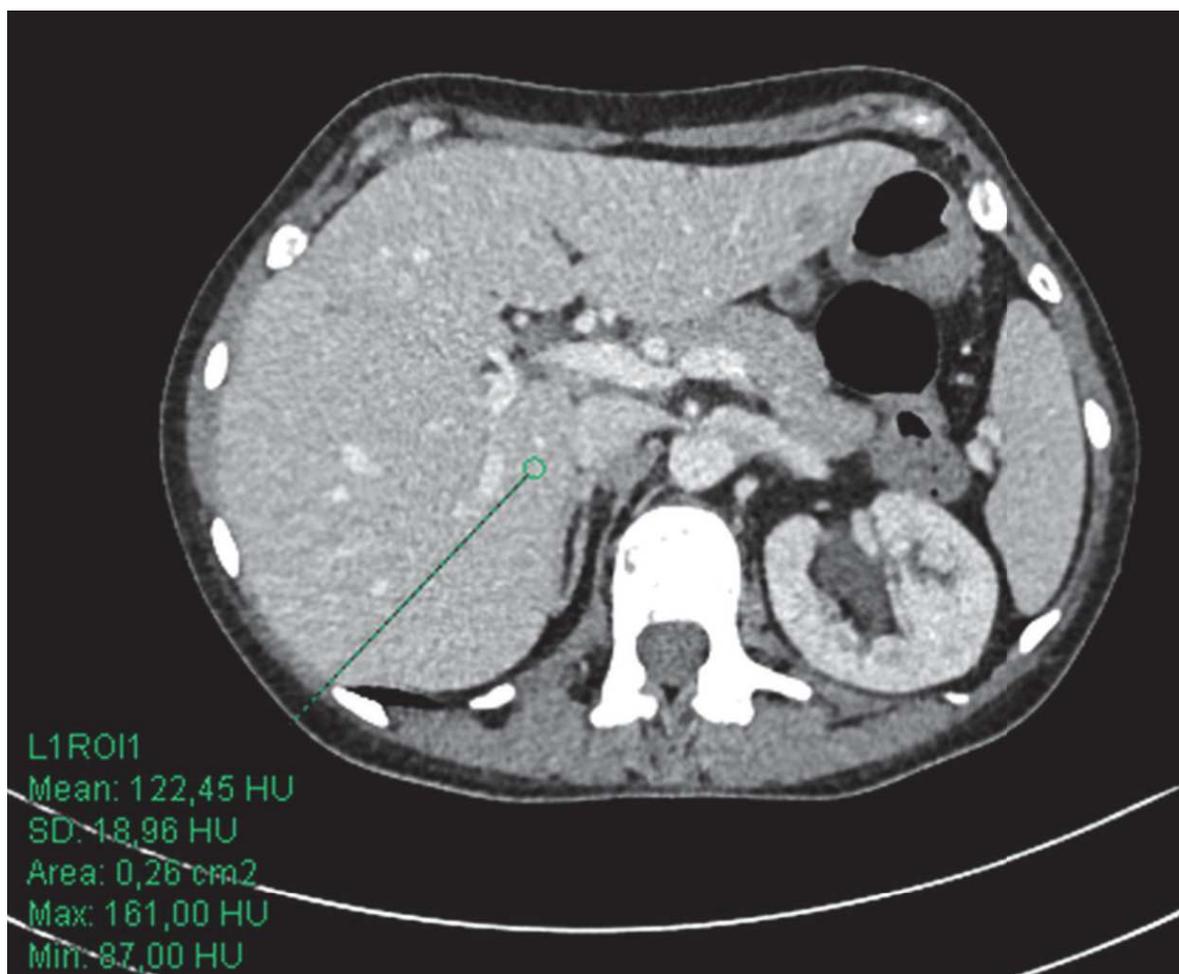


Figure 1 : Coupe tomodynamométrique d'une acquisition de la série « TAP oncologique » avec région d'intérêt placée dans le parenchyme hépatique droit en arrière de la veine cave inférieure.

Selon la revue de la littérature menée par Chatzaraki et al.²¹, le dénominateur le plus fiable et reproductible pour le calcul des rapports signal sur bruit et contraste sur bruit dans les images est la distribution des valeurs des voxels dans le bruit de fond.

Le rapport signal sur bruit est calculé de la manière suivante : $\frac{V_{moy}(foie)}{\sigma(\text{bruit de fond})}$

Le rapport contraste sur bruit est calculé de la manière suivante : $\frac{V_{moy}(foie) - V_{moy}(graisse)}{\sigma(\text{bruit de fond})}$

-Pour les scanners effectués selon le protocole « Thorax standard », nous avons mesuré la valeur moyenne des voxels au sein d'une ROI dans l'aorte thoracique descendante de façon comparable à l'étude de Tang et al²² (la ROI couvrant environ la moitié de la surface de la lumière aortique en coupe axiale, Figure 2), la valeur moyenne des voxels au sein du tissu adipeux de la région axillaire gauche (en prenant une ROI mesurant au moins 50 mm²) et une ROI d'au moins 50 mm² au sein du bruit de fond à l'extérieur du patient afin d'en mesurer la distribution (écart-type) de la valeur des voxels.

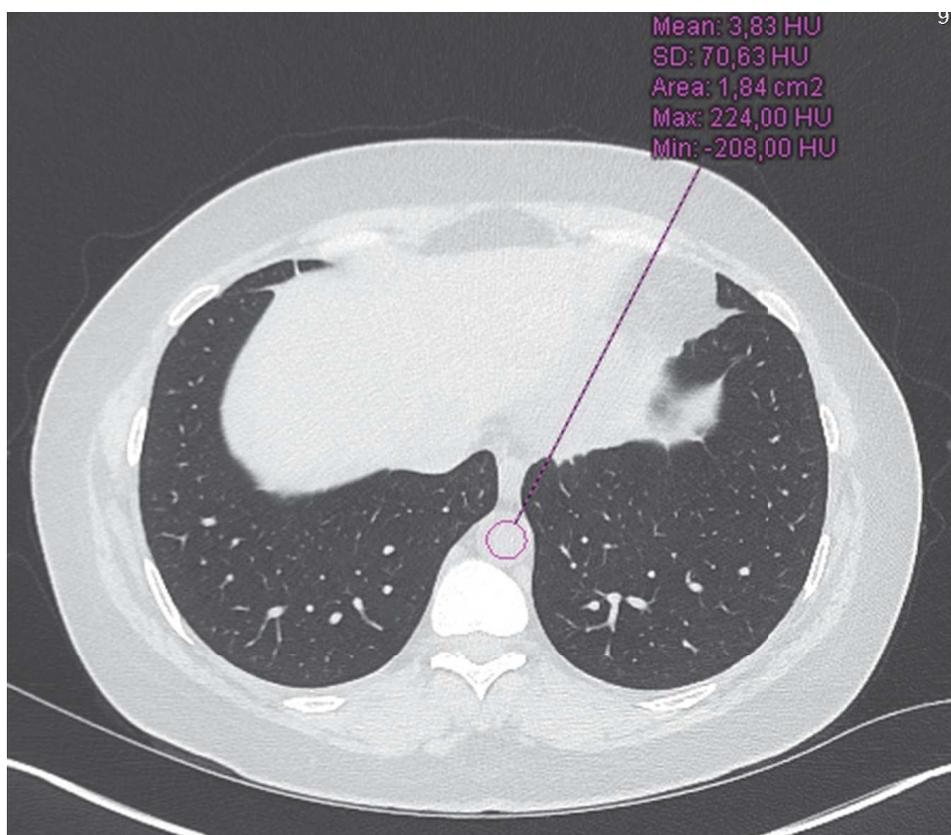


Figure 2 : Coupe tomодensitométrique d'une acquisition de la série « Thorax standard » avec région d'intérêt placée dans l'aorte thoracique descendante.

Le rapport signal sur bruit est calculé de la manière suivante : $\frac{V_{moy}(Aorte)}{\sigma(\text{bruit de fond})}$

Le rapport contraste sur bruit est calculé de la manière suivante : $\frac{V_{moy}(Aorte) - V_{moy}(graisse)}{\sigma(\text{bruit de fond})}$

-Pour les scanners effectués selon le protocole « Crâne standard », nous avons procédé de manière comparable à Guziński et al.²³. Nous avons mesuré la valeur moyenne des voxels au sein d'une ROI de minimum 20 mm² située au sein de la portion antérieure du noyau caudé droit en coupe axiale (Figure3), la valeur moyenne des voxels du 4^{ème} ventricule au sein d'une ROI de taille similaire et une ROI d'au moins 10mm² au sein du bruit de fond à l'extérieur du patient afin d'en mesurer la distribution (écart-type) de la valeur des voxels.

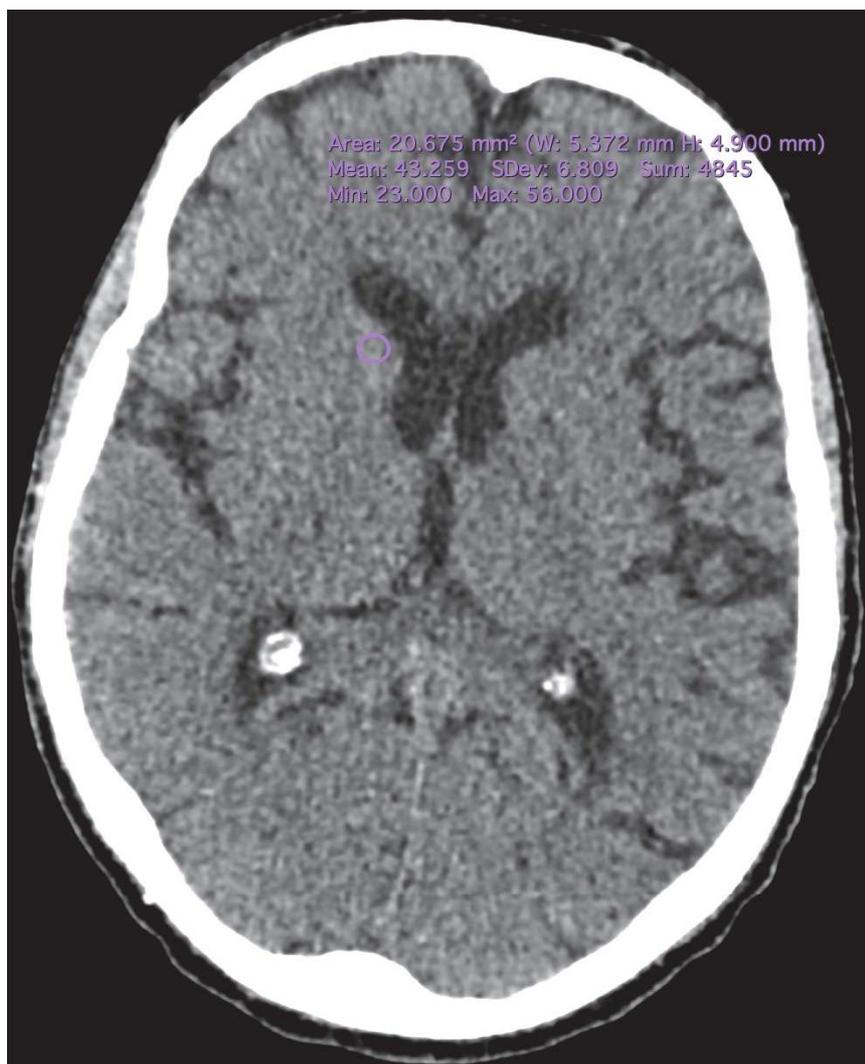


Figure 3 : Coupe tomодensitométrique d'une acquisition de la série « Crâne standard » avec région d'intérêt placée dans la portion antérieure du noyau caudé droit.

Le rapport signal sur bruit est calculé de la manière suivante : $\frac{V_{moy}(Noyaux\ gris)}{\sigma(bruit\ de\ fond)}$

Le rapport contraste sur bruit est calculé de la manière suivante : $\frac{V_{moy}(Noyaux\ gris) - V_{moy}(LCS)}{\sigma(bruit\ de\ fond)}$

La position de ces régions d'intérêt est optimisée afin de réduire au maximum la variation des valeurs des voxels en leur sein.

Statistiques

Population générale

Les variables continues sont décrites en présentant la moyenne +/- l'écart-type. Les variables catégorielles sont présentées sous forme d'effectifs et de proportions. L'analyse de l'irradiation a été réalisée en utilisant des modèles de régression linéaire. Les valeurs d'irradiation extrêmes n'ont pas été incluses dans les modèles (valeurs $>1000\text{ mGy.cm}^{-1}$), car elles résultent probablement de problèmes techniques ou de multiples acquisitions lors d'un même examen (mouvements du patient, problème d'injection...). Elles concernent 160 sujets, soit 1,6% de la population totale. Afin d'évaluer l'impact de différents facteurs de manière indépendante, un modèle multivarié contenant le type de scanner, le type de protocole, l'IMC et le sexe a été réalisé. Des interactions deux à deux entre le type de scanner et les autres facteurs d'intérêt ont été introduites dans le modèle afin d'évaluer si l'effet potentiel du scanner dépendait des autres facteurs. La normalité des résidus a été évaluée graphiquement à l'aide d'un diagramme quantiles-quantiles. Les résultats sont présentés sous forme de différences avec leurs intervalles de confiance à 95%.

Échantillon tiré au sort

Les analyses de la qualité des images et des rapports signal sur bruit et contraste sur bruit ont été réalisées sur des échantillons tirés au sort avec appariement individuel. Les comparaisons des

différentes variables d'intérêt entre les deux types de scanner ont donc été effectuées en utilisant des tests appariés. Les variables continues ont été comparées avec le test des rangs signés de Wilcoxon et les variables catégorielles à l'aide du test de Stuart-Maxwell. Une p-valeur < 0,05 a été considérée comme statistiquement significative. Les analyses ont été réalisées avec le logiciel R version 4.1.1. R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

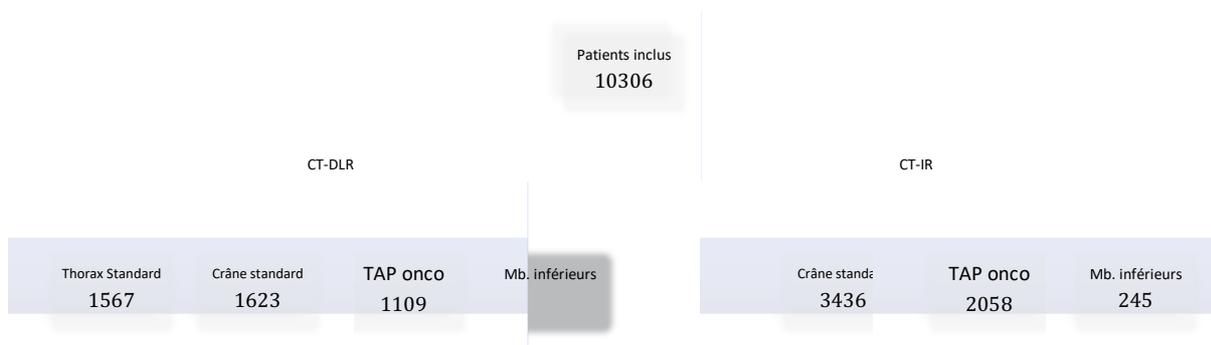
Résultats

Population

Un total de 10306 patients a été inclus dans notre étude (Figure 4), parmi lesquels 3753 patients appartiennent au groupe CT-DLR et 6553 patients appartiennent au groupe CT-IR.

Parmi les patients du groupe CT-DLR, 1567 patients ont effectué un examen selon le protocole « Thorax standard », 1623 patients selon le protocole « Crâne standard », 1109 patients selon le protocole « TAP bilan oncologique », 62 patients selon le protocole « Membres inf. vasculaire ».

Parmi les patients du groupe CT-IR, 3060 patients ont effectué un examen selon le protocole « Thorax standard », 3436 patients selon le protocole « Crâne standard », 2058 patients selon le protocole « TAP bilan oncologique », 245 patients selon le protocole « Membres inf. vasculaire ».



Résultats globaux

La différence d'irradiation globale entre les 2 scanners est de 86,6 [IC95% : 78,5 ; 94,6] unités de DLP en faveur du scanner « PRISM » utilisant l'algorithme de reconstruction d'images Aice avec un degré de significativité $p < 0,001$, soit une réduction de dose d'environ 20%.

En analysant les différences selon le protocole, on observe une irradiation plus faible de 19,3% [IC95% : -21,6 ; -17] en moyenne pour le protocole « Crâne standard », de 21,8% [IC95% : -24,1 ; -18,3] pour le protocole « Thorax Standard », de 20,9% [IC95% : -26,8 ; -20,2] pour le protocole « TAP bilan oncologique » et 19,5% [IC95% : -30,4 ; -7,0] pour le protocole « Membres inf. vasculaire » pour le groupe CT-DLR (Figure 5).

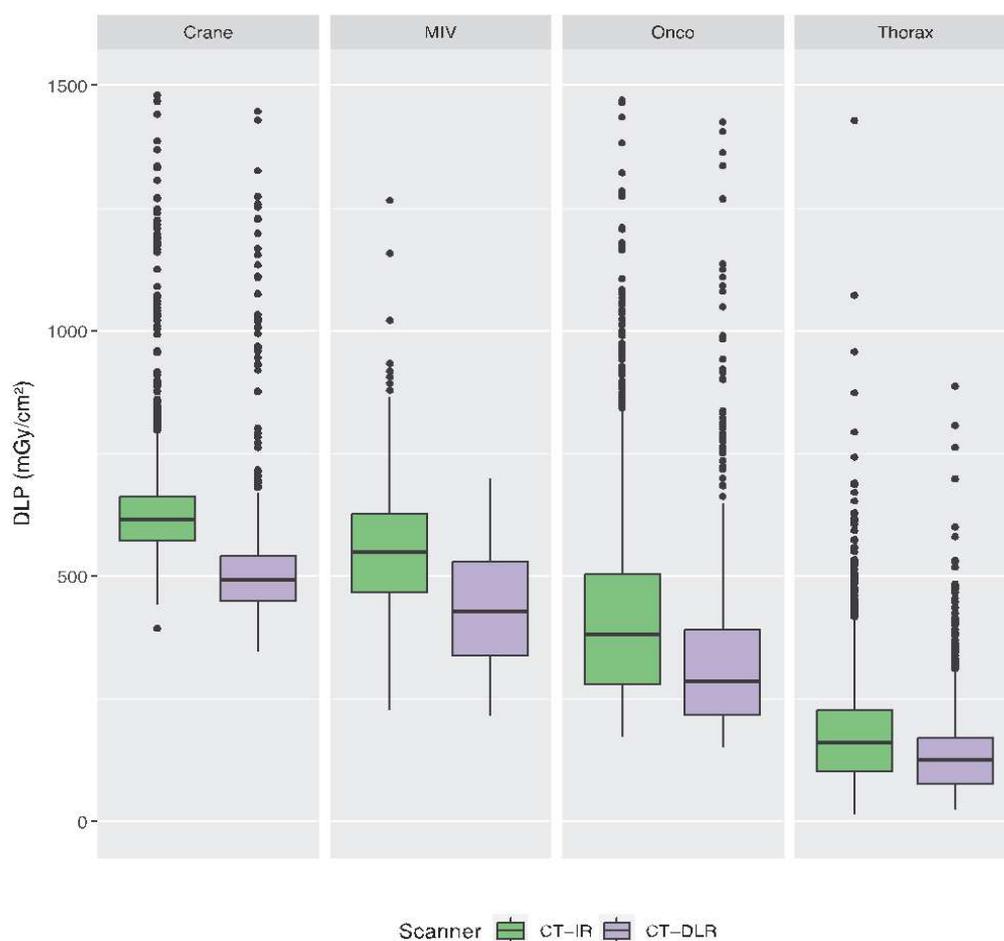


Figure 5: Diagramme en boîtes à moustaches montrant la répartition de la dose reçue par les patients (DLP) en fonction du type de scanner et du protocole d'acquisition.

Il ressort de l'analyse multivariée éliminant le facteur de confusion de l'IMC que les patients de sexe masculin ont un surplus d'irradiation moyen de 47,9 unités de DLP ($p < 0,001$), soit une différence moyenne de 12% de dose d'irradiation délivrée. Cette différence ne varie cependant pas significativement en fonction du groupe d'étude (CT-IR = 47,9 [IC95% : 43,2 ; 52,7], contre CT-DLR = 47,8 [IC95% : 41,6 ; 54,1], $p = 0,965$), c'est-à-dire que la réduction de dose obtenue avec le DLR est relativement homogène quel que soit le sexe.

En analysant les résultats de chaque protocole indépendamment, on n'observe pas de différence significative d'irradiation entre les deux groupes d'étude selon les classes d'IMC pour les protocoles « Crâne standard » et « angioscanner des membres inférieurs ».

En revanche, pour le protocole « Thorax standard », on observe une augmentation significative de la réduction de dose pour les patients présentant un indice de masse corporelle >30 comparativement aux patients présentant un IMC <20 (-62,1 [IC95% : -73,8 ; -49,1] contre -30,7 [IC95% : -46,6 ; -14,9], $p = 0,003$) dans le groupe CT-DLR par rapport au groupe CT-IR.

De manière similaire, pour le protocole « TAP bilan oncologique », on constate une augmentation significative de la réduction de dose entre le groupe CT-DLR et le groupe CT-IR respectivement pour les patients présentant un indice de masse corporelle entre 25 et 30, ainsi que pour les patients présentant un IMC >30 (-115,8 [IC95% : -129,5 ; -102,1] et -131,0 [IC95% : -150,7 ; -111,4] contre -57,6 [IC95% : -80,4 ; -34,9], $p < 0,001$ pour les deux comparaisons) (Figure 6).

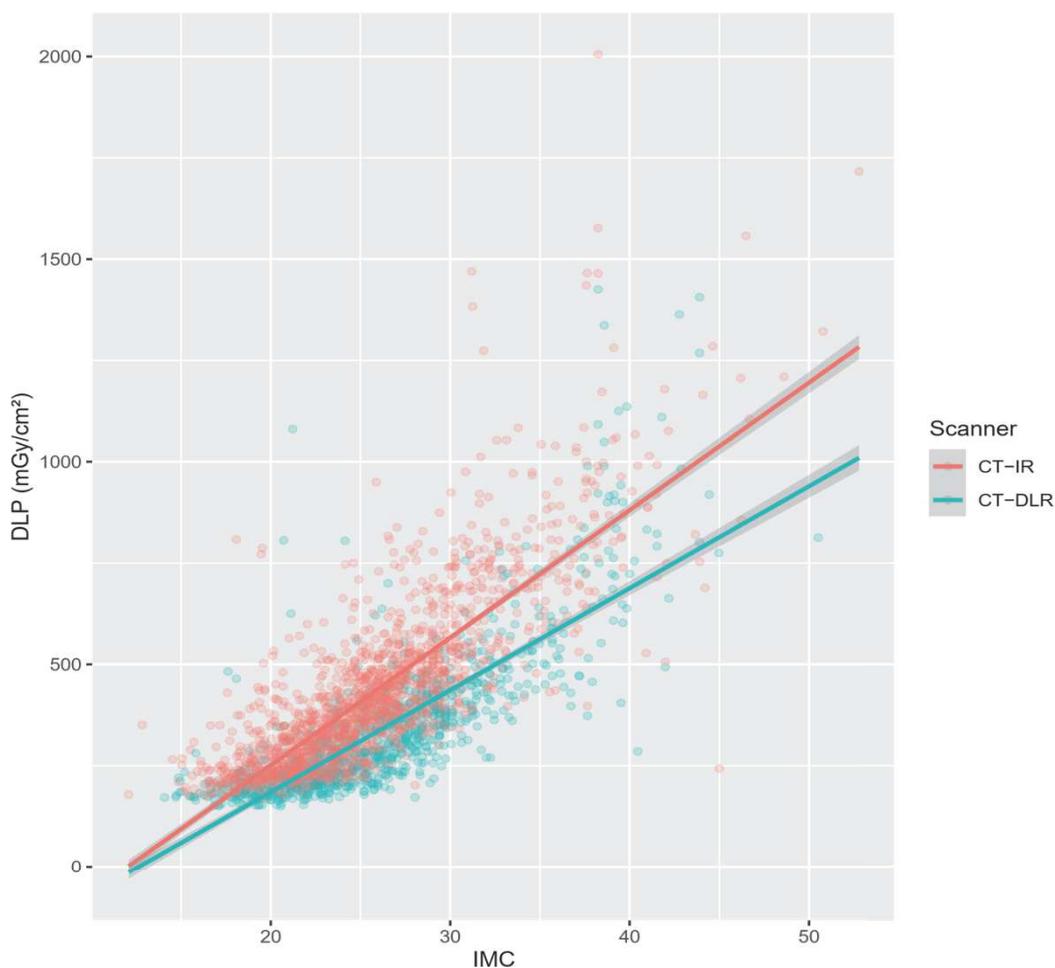


Figure 6 : Courbes de corrélation représentant la dose d'irradiation délivrée aux patients (DLP) par rapport à leur IMC.

Résultats Échantillons

Les valeurs moyennes des rapports Signal sur Bruit (SNR), Contraste sur bruit (CNR) et des scores de likert évaluant la qualité des images sont rapportées dans le Tableau 2. Les valeurs de SNR, CNR et des scores qualitatifs sont significativement plus élevées dans l'échantillon du groupe CT-DLR que dans l'échantillon du groupe CT-IR quel que soit le protocole d'acquisition ($p < 0,001$ quel que soit le protocole d'acquisition).

Protocole	Rapport Signal sur Bruit (SNR)		Rapport Contraste sur Bruit (CNR)		Qualité de l'image (likert /5)	
	Groupe CT- DLR	Groupe CT-IR	Groupe CT-DLR	Groupe CT-IR	Groupe CT-DLR	Groupe CT-IR
Thorax standard	3,78	2,27	22,4	8,6	4,74	4
Membres inf. Vasculaire	61,49	46,24	78,74	58,24	4,8	4,32
TAP bilan oncologique	18,71	7,32	35,33	13,84	4,96	4,52
Crâne Standard	13,7	13,3	13,6	12,6	4,36	3,88

Tableau 2 : Valeurs moyennes du rapport Signal sur Bruit, Contraste sur Bruit et score de likert (sur 5) de qualité d'image évalués sur les échantillons des 4 protocoles, en fonction du type de scanner.

La répartition des valeurs de CNR sont représentées sous formes de diagramme en boîtes à moustache dans la Figure 7.

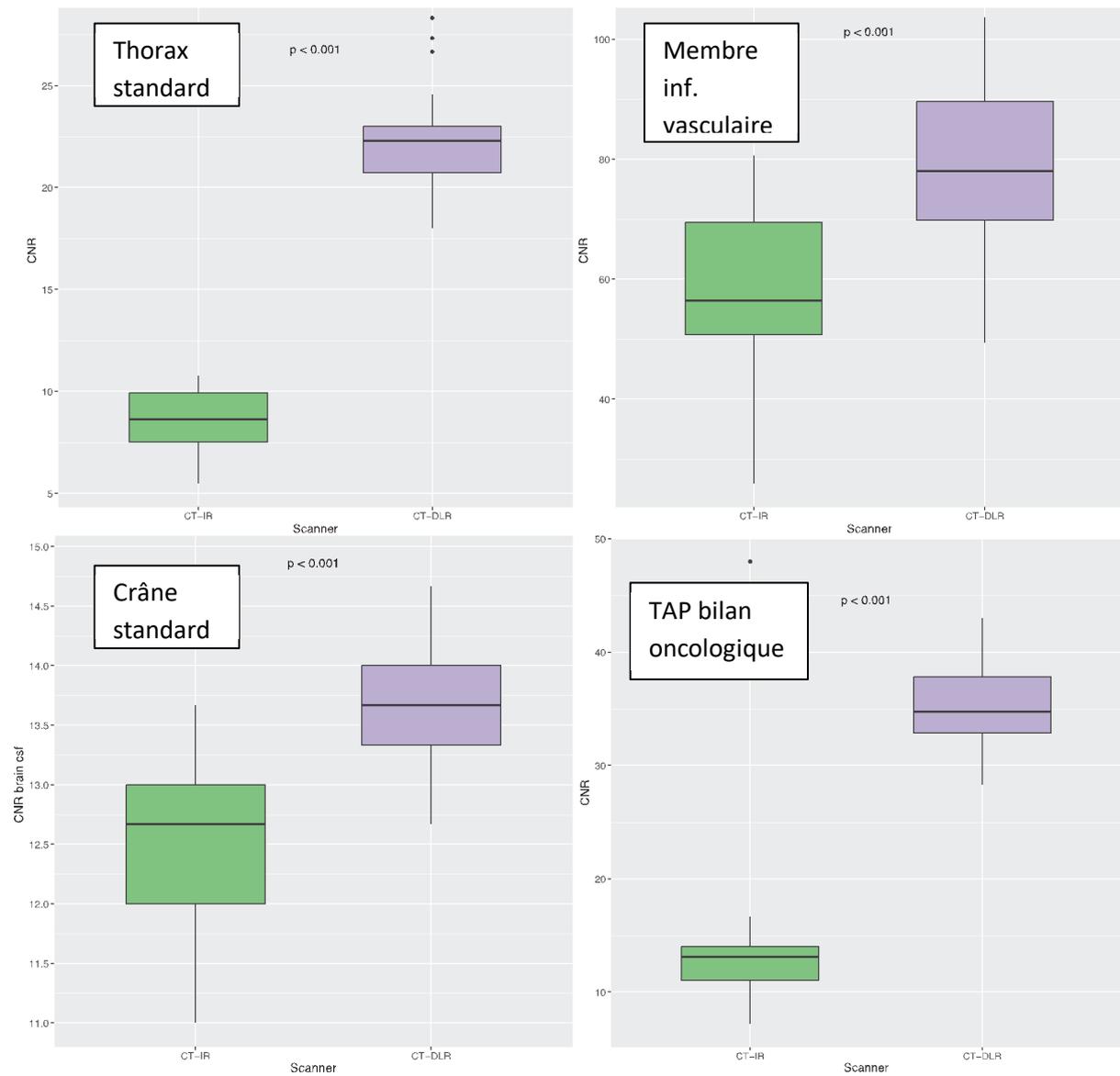


Figure 7 : Diagramme en boîtes à moustaches montrant la répartition du rapport contraste sur bruit (CNR) pour chaque type de scanner et pour chaque protocole.

Discussion

Nous avons montré une réduction moyenne d'environ 20% de dose d'irradiation (DLP) en vie réelle pour une image obtenue évaluée comme qualitativement et quantitativement au moins équivalente, tout protocole confondu, sur une période d'observation de 3 ans et sur un pool de plus de 10000 examens. La réduction moyenne d'irradiation par protocole est respectivement de -19,3% pour le protocole « Crâne standard », de -21,8% pour le protocole « Thorax Standard », de -20,9% pour le protocole « TAP bilan oncologique » et de -19,5% pour le protocole « Membres inf. vasculaire » dans le groupe CT-DLR par rapport au groupe CT-IR.

Ces résultats confortent ceux déjà publiés dans la littérature¹⁶¹⁷ en montrant une diminution significative de la dose d'irradiation permise par l'algorithme de DLR comparativement aux algorithmes d'IR en vie réelle, mais sur un nombre de patients bien plus important (10306 patients versus 100¹⁶ et 50¹⁷ patients) et sur quatre protocoles d'acquisition différents.

Le bénéfice de l'algorithme de DLR en termes de réduction de dose par rapport à l'algorithme d'IR semble être légèrement plus important pour le protocole « Thorax standard » que pour les autres protocoles – ceci est en rapport avec le fait que le thorax présente moins de structure atténuante et un contraste intrinsèque plus grand, qui le rendent plus favorable à la diminution de dosimétrie.

Malgré cette diminution de dose, nous pouvons observer une nette supériorité de la qualité objective (SNR, CNR) et subjective (échelle de likert) des images obtenues, pour chaque protocole, ce qui est en accord avec les études publiées dans la littérature¹¹¹²¹³.

L'algorithme de DLR semble toutefois présenter un avantage plus important en terme de qualité d'image pour les protocoles «Thorax standard » et « TAP bilan oncologique » comparativement aux protocoles « Crâne standard » et « Membres inf. vasculaire », ce qui pourrait être expliqué par la prédominance des tissus mous sur le thorax et l'abdomen sur lesquels l'algorithme de DLR est vraiment

efficace, en comparaison avec les membres inférieurs et le crâne qui présentent une part importante de structures osseuses.

De plus, une différence d'irradiation positive de 48 unités de DLP (environ 12%) a été mise en évidence chez les patients masculins par rapport aux patients féminins indépendamment du type d'examen, du scanner et de l'IMC, cette différence ne variant pas significativement en fonction du type de scanner. Cette différence pourrait être expliquée par la répartition différentes des graisses en fonction des sexes, ce qui est susceptible de modifier la modulation automatique de dose du scanner. Il n'existe à ce jour à notre connaissance aucune étude à grande échelle documentant ce phénomène.

Nous avons également pu montrer que pour les protocoles « TAP bilan oncologique » et « Membres inf. vasculaire », la différence d'irradiation entre les deux scanners est significativement plus importante pour les IMC plus élevés. Cette différence pourrait être expliquée par la meilleure capacité de l'algorithme de DLR de s'affranchir des artefacts liés au facteur pariétal des patients et ainsi de maintenir une qualité d'image satisfaisante pour une modulation de dose plus importante.

Notre étude présente toutefois plusieurs limites :

Tout d'abord, notre étude était rétrospective ce qui ne permet pas un appariement strict des patients entre les deux populations étudiées.

La population des patients ayant effectué un scanner reconstruit par IR est plus importante car la durée de recrutement était plus longue, l'appareil de scanner ayant été installé antérieurement par rapport au scanner utilisant la DLR.

Les caractéristiques des populations des deux groupes sont susceptibles d'être différentes, les vacations de certains radiologues étant effectuées parfois préférentiellement sur l'un ou l'autre des appareils. Nous n'avons toutefois pas montré de différence statistiquement significative entre les deux populations de patients (sous réserve de nombreuses données manquantes concernant le poids et la taille).

Notre étude est unicentrique, et même si la population étudiée est importante, les résultats de notre étude pourraient ne pas être reproductibles pour d'autres populations.

Une limite supplémentaire de notre étude concerne des erreurs potentielles de labellisation des examens, avec certains examens labellisés « Crâne standard » qui ont été injectés ou bien certains examens labellisés « TAP bilan oncologique » qui ont été effectués sans injection de produit de contraste. Ces erreurs de labellisation n'impactent cependant pas les résultats en terme d'irradiation des patients, et ne sont susceptibles d'influencer que faiblement les résultats des SNR et CNR de notre analyse de sous-groupes, les examens mal labellisés ayant été exclus et remplacés par les examens de patients aux caractéristiques similaires dans l'ensemble des protocoles sauf le protocole « Crâne standard » pour lequel l'injection n'influence en théorie pas les SNR et CNR.

Une autre limite réside dans l'exclusion de quelques valeurs extrêmes d'irradiation lors de l'élaboration du modèle pour notre analyse multivariée, la proportion des patients exclus étant toutefois globalement similaire au sein des deux populations.

Une limitation supplémentaire réside dans le fait que les images des échantillons tirés au sort n'ont été analysées que par un seul radiologue, l'analyse qualitative et quantitative des images n'ayant pas pu être réalisée en aveugle du fait de la différence de rendu évidente entre les deux types de reconstruction d'images. Cependant, l'analyse quantitative (SNR, CNR) est peu susceptible d'être influencée par cette limitation et les résultats de l'analyse qualitative (Likert) concordent avec les résultats de l'analyse quantitative ainsi qu'avec les résultats publiés dans la littérature.

**Conclusion du travail de thèse en médecine présenté par
Lucas Graber intitulé : « Evaluation du potentiel de réduction
de dose en tomodensitométrie à l'aide d'un logiciel de
reconstruction utilisant le « deep learning » »**

Avec une diminution en vie réelle de 20% de la dose d'irradiation tout protocole confondu et une qualité d'image restant nettement supérieure à la reconstruction d'image par reconstruction itérative, la reconstruction d'images par algorithme de « deep learning » est une technique qui devrait être utilisée à large échelle en pratique clinique tant pour ses bénéfices en matière de radioprotection qu'en matière de plus-value diagnostique.

D'autres études pourraient s'atteler à analyser l'impact de l'utilisation des techniques de DLR sur d'autres populations ou avec d'autres protocoles en vie réelle afin de vérifier si nos résultats y sont reproductibles.

D'autres études pourraient également chercher à expliquer précisément la différence d'irradiation que nous trouvons entre les hommes et les femmes indépendamment des autres facteurs.

Enfin, d'autres études pourraient s'atteler à déterminer le rapport optimal entre la réduction de dose et l'augmentation de la qualité d'images de ces algorithmes de DLR.

VU

Strasbourg, le... 30/09/2022... Le président du jury de thèse

Professeur... Catherine Roy

HOPITAUX UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG
Nouvel Hôpital Civil
Service de Radiologie - Echographie
BP 426 - 67081 STRASBOURG Cedex
Responsable d'unité
Professeur Catherine ROY

VU et approuvé
Strasbourg, le... 05 SEP. 2022...
Le Doyen de la Faculté de
Médecine, Maïeutique et Sciences de la Santé

Professeur Jean SIBILIA

1. Willemink, M. J. & Noël, P. B. The evolution of image reconstruction for CT—from filtered back projection to artificial intelligence. *Eur. Radiol.* **29**, 2185–2195 (2019).
2. Patino, M., Fuentes, J. M., Singh, S., Hahn, P. F. & Sahani, D. V. Iterative Reconstruction Techniques in Abdominopelvic CT: Technical Concepts and Clinical Implementation. *Am. J. Roentgenol.* **205**, W19–W31 (2015).
3. Southard, R. N. *et al.* Comparison of Iterative Model Reconstruction versus Filtered Back-Projection in Pediatric Emergency Head CT: Dose, Image Quality, and Image-Reconstruction Times. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* **40**, 866–871 (2019).
4. Shuman, W. P. *et al.* Model-Based Iterative Reconstruction Versus Adaptive Statistical Iterative Reconstruction and Filtered Back Projection in Liver 64-MDCT: Focal Lesion Detection, Lesion Conspicuity, and Image Noise. *AJR Am. J. Roentgenol.* **200**, 1071–1076 (2013).
5. Frija, G. Recent updates in radioprotection. *Eur. Radiol.* **31**, 599–600 (2021).
6. Brady, S. L., Yee, B. S. & Kaufman, R. A. Characterization of adaptive statistical iterative reconstruction algorithm for dose reduction in CT: A pediatric oncology perspective. *Med. Phys.* **39**, 5520–5531 (2012).
7. Smith, E. A. *et al.* Model-based Iterative Reconstruction: Effect on Patient Radiation Dose and Image Quality in Pediatric Body CT. *Radiology* **270**, 526–534 (2014).
8. Andersen, H. K., Völgyes, D. & Martinsen, A. C. T. Image quality with iterative reconstruction techniques in CT of the lungs—A phantom study. *Eur. J. Radiol. Open* **5**, 35–40 (2018).
9. Currie, G., Hawk, K. E., Rohren, E., Vial, A. & Klein, R. Machine Learning and Deep Learning in Medical Imaging: Intelligent Imaging. *J. Med. Imaging Radiat. Sci.* **50**, 477–487 (2019).

10. Akagi, M. *et al.* Deep learning reconstruction improves image quality of abdominal ultra-high-resolution CT. *Eur. Radiol.* **29**, 6163–6171 (2019).
11. Shirasaka, T. *et al.* Image quality improvement with deep learning-based reconstruction on abdominal ultrahigh-resolution CT: A phantom study. *J. Appl. Clin. Med. Phys.* **22**, 286–296 (2021).
12. Singh, R. *et al.* Image Quality and Lesion Detection on Deep Learning Reconstruction and Iterative Reconstruction of Submillisievert Chest and Abdominal CT. *Am. J. Roentgenol.* **214**, 566–573 (2020).
13. Liu, P. *et al.* Impact of Deep Learning-based Optimization Algorithm on Image Quality of Low-dose Coronary CT Angiography with Noise Reduction: A Prospective Study. *Acad. Radiol.* **27**, 1241–1248 (2020).
14. Greffier, J. *et al.* Image quality and dose reduction opportunity of deep learning image reconstruction algorithm for CT: a phantom study. *Eur. Radiol.* **30**, 3951–3959 (2020).
15. Nagayama, Y. *et al.* Radiation dose optimization potential of deep learning-based reconstruction for multiphase hepatic CT: A clinical and phantom study. *Eur. J. Radiol.* **151**, 110280 (2022).
16. Nam, J. G., Hong, J. H., Kim, D. S., Oh, J. & Goo, J. M. Deep learning reconstruction for contrast-enhanced CT of the upper abdomen: similar image quality with lower radiation dose in direct comparison with iterative reconstruction. *Eur. Radiol.* **31**, 5533–5543 (2021).
17. Benz, D. C. *et al.* Radiation dose reduction with deep-learning image reconstruction for coronary computed tomography angiography. *Eur. Radiol.* **32**, 2620–2628 (2022).
18. Systems, C. M. AiCE Deep Learning Reconstruction | Bringing the power of Ultra-High Resolution CT to routine imaging | Canon Medical Systems.
https://global.medical.canon/publication/ct/2019WP_AiCE_Deep_Learning.

19. Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), W. Panzer, P. Shrimpton et al, & K. Jessen. European guidelines on quality criteria for computed tomography. (2000).
20. Bhosale, P. Comparing CNR, SNR, and Image Quality of CT Images Reconstructed with Soft Kernel, Standard Kernel, and Standard Kernel plus ASIR 30% Techniques. *Int. J. Radiol.* **2**, 60–65 (2015).
21. Chatzaraki, V., Kubik-Huch, R. A., Thali, M. & Niemann, T. Quantifying image quality in chest computed tomography angiography: Evaluation of different contrast-to-noise ratio measurement methods. *Acta Radiol.* 02841851211041813 (2021) doi:10.1177/02841851211041813.
22. Tang, H. *et al.* Assessment of noise reduction potential and image quality improvement of a new generation adaptive statistical iterative reconstruction (ASIR-V) in chest CT. *Br. J. Radiol.* **91**, 20170521 (2018).
23. Guziński, M., Waszczuk, Ł. & Sąsiadek, M. J. Head CT: Image quality improvement of posterior fossa and radiation dose reduction with ASiR - comparative studies of CT head examinations. *Eur. Radiol.* **26**, 3691–3696 (2016).

DÉCLARATION SUR L'HONNEUR



Faculté de médecine

maïeutique et sciences de la santé

Université de Strasbourg

Document avec signature originale devant être joint :

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

Nom : GRABER Prénom : Lucas

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

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

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

J'atteste sur l'honneur

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

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

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

Signature originale :

À Strasbourg, le 20/09/2022

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