

UNIVERSITE DE STRASBOURG
FACULTE DE MEDECINE DE STRASBOURG

ANNEE:2019

N° 18

THESE
PRESENTEE POUR LE DIPLOME DE
DOCTEUR EN MEDECINE

Diplôme d'Etat
Mention D.E.S d'Anesthésie Réanimation

PAR

LEUVREY Matthieu

Né à Vesoul le 07 Janvier 1991

Jet-Ventilation en Radiologie Interventionnelle
Percutanée (« JET-RIP ») : étude randomisée
contrôlée

Président de thèse : Mme Annick STEIB, Professeur

Directeur de thèse : M Bob HEGER, Docteur

1
FACULTÉ DE MÉDECINE
(U.F.R. des Sciences Médicales)

Edition OCTOBRE 2018
Année universitaire 2018-2019



- **Président de l'Université** : M. DENEKEN Michel
- **Doyen de la Faculté** : M. SIBILIA Jean
- **Assesseur du Doyen (13.01.10 et 08.02.11)** : M. GOICHOT Bernard
- **Doyens honoraires : (1976-1983)** : M. DORNER Marc
- (1983-1989) : M. MANTZ Jean-Marie
- (1989-1994) : M. VINCENDON Guy
- (1994-2001) : M. GERLINGER Pierre
- (3.10.01-7.02.11) : M. LUDES Bertrand
- **Chargé de mission auprès du Doyen** : M. VICENTE Gilbert
- **Responsable Administratif** : M. BITSCH Samuel

**HOPITAUX UNIVERSITAIRES
DE STRASBOURG (HUS)**
Directeur général :
M. GAUTIER Christophe



A1 - PROFESSEUR TITULAIRE DU COLLEGE DE FRANCE

MANDEL Jean-Louis

Chaire "Génétique humaine" (à compter du 01.11.2003)

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

BAHRAM Séiamak
DOLLFUS Hélène

Immunologie biologique (01.10.2013 au 31.09.2018)
Génétique clinique (01.10.2014 au 31.09.2019)

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

PO191

| NOM et Prénoms | CS* | Services Hospitaliers ou Institut / Localisation | Sous-section du Conseil National des Universités |
|--|--------------|--|---|
| ADAM Philippe P0001 | NRP6 NCS | • Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de chirurgie orthopédique et de Traumatologie / HP | 50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique |
| AKLADIOS Cherif P0191 | NRP6 CS | • Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique/ HP | 54.03 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale Option : Gynécologie-Obstétrique |
| ANDRES Emmanuel P0002 | NRP6 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 P0003 | NRP6 NCS | • Pôle Tête et Cou-CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre | 49.01 Neurologie |
| ARNAUD Laurent P0186 | NRP6 NCS | • Pôle MIRNED - Service de Rhumatologie / Hôpital de Hautepierre | 50.01 Rhumatologie |
| BACHELLIER Philippe P0004 | RP6 CS | • Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Serv. de chirurgie générale, hépatique et endocrinienne et Transplantation / HP | 53.02 Chirurgie générale |
| BAHRAM Seiamak P0005 | 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) |
| BALDAUF Jean-Jacques P0006 | NRP6 NCS | • Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / Hôpital de Hautepierre | 54.03 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale Option : Gynécologie-Obstétrique |
| BAUMERT Thomas P0007 | NRP6 CU | • Pôle Hépatodigestif de l'Hôpital Civil - Unité d'Hépatologie - Service d'Hépatogastro-Entérologie / NHC | 52.01 Gastro-entérologie ; hépatologie Option : hépatologie |
| Mme BEAU-FALLER Michèle M0007 / P0170 | NRP6 NCS | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP | 44.03 Biologie cellulaire (option biologique) |
| BEAUJEU Remy P0008 | NRP6 Resp | • Pôle d'Imagerie - CME / Activités transversales • Unité de Neuroradiologie interventionnelle / Hôpital de Hautepierre | 43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique) |
| BECMEUR François P0009 | RP6 NCS | • Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie Pédiatrique / Hôpital Hautepierre | 54.02 Chirurgie infantile |
| BERNA Fabrice P0192 | NRP6 CS | • Pôle de Psychiatrie, Santé mentale et Addictologie - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil | 49.03 Psychiatrie d'adultes ; Addictologie Option : Psychiatrie d'Adultes |
| BERTSCHY Gilles P0013 | NRP6 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 ostéoarticulaire-Pédiatrie / Hôpital Hautepierre | 43.02 Radiologie et Imagerie médicale (option clinique) |
| BILBAULT Pascal P0014 | NRP6 CS | • Pôle d'Urgences / Réanimations médicales / CAP - Service des Urgences médico-chirurgicales Adultes / Hôpital de Hautepierre | 48.02 Réanimation ; Médecine d'urgence Option : médecine d'urgence |
| BODIN Frédéric P0187 | NRP6 NCS | • Pôle de Chirurgie Maxillo-faciale, morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie maxillo-faciale et réparatrice / Hôpital Civil | 50.04 Chirurgie Plastique, Reconstructrice et Esthétique ; Brûlologie |
| Mme BOEHM-BURGER Nelly P0016 | NCS | • Institut d'Histologie / Faculté de Médecine | 42.02 Histologie, Embryologie et Cytogénétique (option biologique) |
| BONNOMET François P0017 | NRP6 CS | • Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie orthopédique et de Traumatologie / HP | 50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique |
| BOURCIER Tristan P0018 | NRP6 NCS | • Pôle de Spécialités médicales-Ophthalmologie / SMO - Service d'Ophthalmologie / Nouvel Hôpital Civil | 55.02 Ophthalmologie |
| BOURGIN Patrice P0020 | NRP6 NCS | • Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital Civil | 49.01 Neurologie |
| Mme BRIGAND Cécile P0022 | NRP6 NCS | • Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP | 53.02 Chirurgie générale |

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

| NOM et Prénoms | CS* | Services Hospitaliers ou Institut / Localisation | Sous-section du Conseil National des Universités |
|---|--------------|---|--|
| BRUANT-RODIER Catherine P0023 | NRP6 CS | • Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie Maxillo-faciale et réparatrice / Hôpital Civil | 50.04 Option : chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique |
| Mme CAILLARD-OHLMANN Sophie P0171 | NRP6 NCS | • Pôle de Spécialités médicales-Ophtalmologie / SMO - Service de Néphrologie-Transplantation / NHC | 52.03 Néphrologie |
| CANDOLFI Ermanno P0025 | RP6 CS | • 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) |
| CASTELAIN Vincent P0027 | NRP6 NCS | • Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Hôpital Hautepierre | 48.02 Réanimation |
| CHAKFE Nabil P0029 | NRP6 CS | • Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie Vasculaire et de transplantation rénale / NHC | 51.04 Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire / Option : chirurgie vasculaire |
| CHARLES Yann-Philippe M0013 / P0172 | NRP6 NCS | • Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie du rachis / Chirurgie B / HC | 50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique |
| Mme CHARLOUX Anne P0026 | NRP6 NCS | • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC | 44.02 Physiologie (option biologique) |
| Mme CHARPIOT Anne P0030 | NRP6 NCS | • Pôle Tête et Cou - CETD - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP | 55.01 Oto-rhino-laryngologie |
| CHELLY Jameleddine P0173 | NRP6 CS | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / NHC | 47.04 Génétique (option biologique) |
| Mme CHENARD-NEU Marie- Pierre P0041 | NRP6 CS | • Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre | 42.03 Anatomie et cytologie pathologiques (option biologique) |
| CLAVERT Philippe P0044 | NRP6 CS | • Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Orthopédie / CCOM d'Ilkirsch | 42.01 Anatomie (option clinique, orthopédie traumatologique) |
| COLLANGE Olivier P0193 | NRP6 NCS | • Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésiologie-Réanimation Chirurgicale / NHC | 48.01 Anesthésiologie-Réanimation ; Médecine d'urgence (option Anesthésiologie-Réanimation - Type clinique) |
| CRIBIER Bernard P0045 | NRP6 CS | • Pôle d'Urologie, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil | 50.03 Dermato-Vénérologie |
| DANION Jean-Marie P0046 | NRP6 NCS | • Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie 1 / Hôpital Civil | 49.03 Psychiatrie d'adultes |
| de BLAY de GAIX Frédéric P0048 | RP6 CS | • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil | 51.01 Pneumologie |
| DEBRY Christian P0049 | NRP6 CS | • Pôle Tête et Cou - CETD - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP | 55.01 Oto-rhino-laryngologie |
| de SEZE Jérôme P0057 | NRP6 NCS | • Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre | 49.01 Neurologie |
| DERUELLE Philippe | | • Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / Hôpital de Hautepierre | 54.03 Gynécologie-Obstétrique; gynécologie médicale: option gynécologie-obstétrique |
| DIEMUNSCH Pierre P0051 | RP6 CS | • Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésie-Réanimation Chirurgicale / Hôpital de Hautepierre | 48.01 Anesthésiologie-réanimation (option clinique) |
| Mme DOLLFUS-WALTMANN Hélène P0054 | NRP6 CS | • Pôle de Biologie - Service de Génétique Médicale / Hôpital de Hautepierre | 47.04 Génétique (type clinique) |
| DUCLOS Bernard P0055 | NRP6 CS | • Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service d'Hépto-Gastro-Entérologie et d'Assistance Nutritive / HP | 52.01 Option : Gastro-entérologie |
| DUFOUR Patrick (5) (7) P0056 | S/nb Cons | • Centre Régional de Lutte contre le cancer Paul Strauss (convention) | 47.02 Option : Cancérologie clinique |
| EHLINGER Matthieu P0188 | NRP6 NCS | • Pôle de l'Appareil Locomoteur - Service de Chirurgie Orthopédique et de Traumatologie/Hôpital de Hautepierre | 50.02 Chirurgie Orthopédique et Traumatologique |
| Mme ENTZ-WERLE Natacha P0059 | NRP6 NCS | • Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie III / Hôpital de Hautepierre | 54.01 Pédiatrie |
| Mme FACCA Sybille P0179 | NRP6 NCS | • Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de la Main et des Nerfs périphériques / CCOM Ilkirsch | 50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique |
| Mme FAFI-KREMER Samira P0060 | NRP6 CS | • Pôle de Biologie - Laboratoire (Institut) de Virologie / PTM HUS et Faculté | 45.01 Bactériologie-Virologie ; Hygiène Hospitalière Option Bactériologie- Virologie biologique |
| FALCOZ Pierre-Emmanuel P0052 | NRP6 NCS | • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Chirurgie Thoracique / Nouvel Hôpital Civil | 51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire |
| GANGI Afshin P0062 | RP6 CS | • Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventionnelle / Nouvel Hôpital Civil | 43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique) |
| GAUCHER David P0063 | NRP6 NCS | • Pôle des Spécialités Médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil | 55.02 Ophtalmologie |
| GENY Bernard P0064 | NRP6 CS | • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC | 44.02 Physiologie (option biologique) |
| GEORG Yannick | | • Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie Vasculaire et de transplantation rénale / NHC | 51.04 Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire / Option : chirurgie vasculaire |

| NOM et Prénoms | CS* | Services Hospitaliers ou Institut / Localisation | Sous-section du Conseil National des Universités |
|-----------------------------------|-------------|--|--|
| GICQUEL Philippe P0065 | NRP6 CS | • Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie Pédiatrique / Hôpital Hautepierre | 54.02 Chirurgie infantile |
| GOICHOT Bernard P0066 | RP6 CS | • Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Médecine interne et de nutrition / HP | 54.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques |
| Mme GONZALEZ Maria P0067 | NRP6 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 P0068 | NRP6 CS | • Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital Hautepierre | 50.01 Rhumatologie |
| HANNEDOUCHE Thierry P0071 | NRP6 CS | • Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Néphrologie - Dialyse / Nouvel Hôpital Civil | 52.03 Néphrologie |
| HANSMANN Yves P0072 | NRP6 CS | • Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service des Maladies infectieuses et tropicales / Nouvel Hôpital Civil | 45.03 Option : Maladies infectieuses |
| HERBRECHT Raoul P0074 | RP6 NCS | • Pôle d'Oncolo-Hématologie - Service d'hématologie et d'Oncologie / Hôp. Hautepierre | 47.01 Hématologie : Transfusion |
| HIRSCH Edouard P0075 | NRP6 NCS | • Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre | 49.01 Neurologie |
| IMPERIALE Alessio P0194 | NRP6 NCS | • Pôle d'Imagerie - Service de Biophysique et de Médecine nucléaire/Hôpital de Hautepierre | 43.01 Biophysique et médecine nucléaire |
| ISNER-HOROBETI Marie-Eve P0189 | | • Pôle de Médecine Physique et de Réadaptation - Institut Universitaire de Réadaptation / Clémenceau | 49.05 Médecine Physique et Réadaptation |
| JAULHAC Benoît P0078 | NRP6 CS | • Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté de Méd. | 45.01 Option : Bactériologie -virologie (biologique) |
| Mme JEANDIDIER Nathalie P0079 | NRP6 CS | • Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service d'Endocrinologie, diabète et nutrition / HC | 54.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques |
| Mme JESEL-MOREL Laurence | | • Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil | 51.02 Cardiologie |
| KALTENBACH Georges P0081 | RP6 CS | • Pôle de Gériatrie - Service de Médecine Interne - Gériatrie / Hôpital de la Robertsau | 53.01 Option : gériatrie et biologie du vieillissement |
| KEMPF Jean-François P0083 | RP6 CS | • Pôle de l'Appareil locomoteur - Centre de Chirurgie Orthopédique et de la Main-CCOM / Illkirch | 50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique |
| Mme KESSLER Laurence P0084 | NRP6 NCS | • Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service d'Endocrinologie, Diabète, Nutrition et Addictologie / Méd. B / HC | 54.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques |
| KESSLER Romain P0085 | NRP6 NCS | • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil | 51.01 Pneumologie |
| KINDO Michel P0195 | NRP6 NCS | • Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie Cardio-vasculaire / Nouvel Hôpital Civil | 51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire |
| KOPFERSCHMITT Jacques P0086 | NRP6 NCS | • Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service d'Urgences médico-chirurgicales adultes/Nouvel Hôpital Civil | 48.04 Thérapeutique (option clinique) |
| Mme KORGANOW Anne-Sophie P0087 | NRP6 CS | • Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne et d'Immunologie Clinique / NHC | 47.03 Immunologie (option clinique) |
| KREMER Stéphane M0038 / P0174 | NRP6 CS | • Pôle d'Imagerie - Service Imagerie 2 - Neuroradio Ostéoarticulaire - Pédiatrie / HP | 43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique) |
| KUHN Pierre P0175 | NRP6 NCS | • Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Néonatalogie et Réanimation néonatale (Pédiatrie II) / Hôpital de Hautepierre | 54.01 Pédiatrie |
| KURTZ Jean-Emmanuel P0089 | NRP6 CS | • Pôle d'Onco-Hématologie - Service d'hématologie et d'Oncologie / Hôpital Hautepierre | 47.02 Option : Cancérologie (clinique) |
| Mme LALANNE-TONGIO Laurence | | • Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil | 49.03 Psychiatrie d'adultes |
| LANG Hervé P0090 | NRP6 NCS | • Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Urologique / Nouvel Hôpital Civil | 52.04 Urologie |
| LANGER Bruno P0091 | RP6 NCS | • Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / Hôpital de Hautepierre | 54.03 Gynécologie-Obstétrique : gynécologie médicale : option gynécologie-Obstétrique |
| LAUGEL Vincent P0092 | NRP6 CS | • Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie 1 / Hôpital Hautepierre | 54.01 Pédiatrie |
| LE MINOR Jean-Marie P0190 | NRP6 NCS | • Pôle d'Imagerie - Institut d'Anatomie Normale / Faculté de Médecine - Service de Neuroradiologie, d'Imagerie Ostéoarticulaire et interventionnelle/ Hôpital de Hautepierre | 42.01 Anatomie |
| LIPSKER Dan P0093 | NRP6 NCS | • Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil | 50.03 Dermato-vénéréologie |
| LIVERNEAUX Philippe P0094 | NRP6 CS | • Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie de la main - CCOM / Illkirch | 50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique |
| MALOUF GABRIEL | | • Pôle d'Onco-hématologie - Service d'Hématologie et d'Oncologie / Hôpital de Hautepierre | 47.01 Hématologie: transfusion |

| NOM et Prénoms | CS* | Services Hospitaliers ou Institut / Localisation | Sous-section du Conseil National des Universités |
|-------------------------------------|-------------|--|---|
| MARESCAUX Christian (5) P0097 | NRP6 NCS | • Pôle Tête et Cou - CETD -Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre | 49.01 Neurologie |
| MARK Manuel P0098 | NRP6 NCS | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Cytogénétique, Cytologie et Histologie quantitative / Hôpital de Hautepierre | 54.05 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique) |
| MARTIN Thierry P0099 | NRP6 NCS | • Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO -Service de Médecine Interne et d'immunologie Clinique / NHC | 47.03 Immunologie (option clinique) |
| MASSARD Gilbert P0100 | NRP6 NCS | • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Chirurgie Thoracique / Nouvel Hôpital Civil | 51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire |
| Mme MATHÉLIN Carole P0101 | NRP6 NCS | • Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Unité de Sénologie - Hôpital Civil | Gynécologie-Obstétrique ; Gynécologie Médicale |
| MAUVIEUX Laurent P0102 | NRP6 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 | RP6 CS | • Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie Cardio-vasculaire / Nouvel Hôpital Civil | 51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire |
| MERTES Paul-Michel P0104 | NRP6 CS | • Pôle d'Anesthésiologie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésiologie-Réanimation chirurgicale / Nouvel Hôpital Civil | 48.01 Option : Anesthésiologie-Réanimation (type mixte) |
| MEYER Nicolas P0105 | NRP6 NCS | • Pôle de Santé publique et Santé au travail - Laboratoire de Biostatistiques / Hôpital Civil • Biostatistiques et Informatique / Faculté de médecine / Hôpital Civil | 46.04 Biostatistiques, Informatique Médicale et Technologies de Communication (option biologique) |
| MEZIANI Ferhat P0106 | NRP6 NCS | • Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation Médicale / Nouvel Hôpital Civil | 48.02 Réanimation |
| MONASSIER Laurent P0107 | NRP6 CS | • Pôle de Pharmacie-pharmacologie • Unité de Pharmacologie clinique / Nouvel Hôpital Civil | 48.03 Option : Pharmacologie fondamentale |
| MOREL Olivier P0108 | NRP6 NCS | • Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil | 51.02 Cardiologie |
| MOULIN Bruno P0109 | NRP6 CS | • Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Néphrologie - Transplantation / Nouvel Hôpital Civil | 52.03 Néphrologie |
| MUTTER Didier P0111 | RP6 CS | • Pôle Hépato-digestif de l'Hôpital Civil - Service de Chirurgie Digestive / NHC | 52.02 Chirurgie digestive |
| NAMER Izzie Jacques P0112 | NRP6 CS | • Pôle d'Imagerie - Service de Biophysique et de Médecine nucléaire / Hautepierre / NHC | 43.01 Biophysique et médecine nucléaire |
| NISAND Israël P0113 | NRP6 NCS | • Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie Obstétrique / Hôpital de Hautepierre | 54.03 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale ; option gynécologie-Obstétrique |
| NOEL Georges P0114 | NCS | • Centre Régional de Lutte Contre le Cancer Paul Strauss (par convention) - Département de radiothérapie | Cancérologie ; Radiothérapie Option Radiothérapie biologique |
| OHLMANN Patrick P0115 | NRP6 CS | • Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil | 51.02 Cardiologie |
| Mme OLLAND Anne | | • Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie thoracique / Nouvel Hôpital Civil | 51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire |
| Mme PAILLARD Catherine P0180 | NRP6 CS | • Pôle médico-chirurgicale de Pédiatrie - Service de Pédiatrie III / Hôpital de Hautepierre | 54.01 Pédiatrie |
| PELACCIA Thierry | | • Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service SAMU/SMUR | 48.02 Réanimation et anesthésiologie Option : Médecine d'urgences |
| Mme PERRETTA Silvana P0117 | NRP6 NCS | • Pôle Hépato-digestif de l'Hôpital Civil - Service d'Urgence, de Chirurgie Générale et Endocrinienne / NHC | 52.02 Chirurgie digestive |
| PESSAUX Patrick P0118 | NRP6 NCS | • Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service d'Urgence, de Chirurgie Générale et Endocrinienne / NHC | 53.02 Chirurgie Générale |
| PETIT Thierry P0119 | CDp | • Centre Régional de Lutte Contre le Cancer - Paul Strauss (par convention) - Département de médecine oncologique | 47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie Clinique |
| PIVOT Xavier | | • Centre Régional de Lutte Contre le Cancer - Paul Strauss (par convention) - Département de médecine oncologique | 47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie Clinique |
| POTTECHER Julien P0181 | NRP6 NCS | • Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésie et de Réanimation Chirurgicale / Hôpital de Hautepierre | 48.01 Anesthésiologie-réanimation ; Médecine d'urgence (option clinique) |
| PRADIGNAC Alain P0123 | NRP6 NCS | • Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Médecine Interne et nutrition / HP | 44.04 Nutrition |
| PROUST François P0182 | NRP6 CS | • Pôle Tête et Cou - Service de Neurochirurgie / Hôpital de Hautepierre | 49.02 Neurochirurgie |
| Mme QUOIX Elisabeth P0124 | NRP6 CS | • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil | 51.01 Pneumologie |
| Pr RAUL Jean-Sébastien P0125 | NRP6 CS | • Pôle de Biologie - Service de Médecine Légale, Consultation d'Urgences médico-judiciaires et Laboratoire de Toxicologie / Faculté et NHC • Institut de Médecine Légale / Faculté de Médecine | 46.03 Médecine Légale et droit de la santé |
| REIMUND Jean-Marie P0126 | NRP6 NCS | • Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service d'Hépato-Gastro-Entérologie et d'Assistance Nutritive / HP | 52.01 Option : Gastro-entérologie |

| NOM et Prénoms | CS* | Services Hospitaliers ou Institut / Localisation | Sous-section du Conseil National des Universités |
|--|-----------------------|---|---|
| Pr RICCI Roméo P0127 | NRP6 NCS | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP | 44.01 Biochimie et biologie moléculaire |
| ROHR Serge P0128 | NRP6 CS | • Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP | 53.02 Chirurgie générale |
| Mme ROSSIGNOL-BERNARD Sylvie P0196 | NRP6 CS | • Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie I / Hôpital de Haute-pierre | 54.01 Pédiatrie |
| ROUL Gérard P0129 | NRP6 NCS | • Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil | 51.02 Cardiologie |
| Mme ROY Catherine P0140 | NRP6 CS | • Pôle d'Imagerie - Serv. d'Imagerie B - Imagerie viscérale et cardio-vasculaire / NHC | 43.02 Radiologie et imagerie médicale (opt clinique) |
| SAUDER Philippe P0142 | NRP6 CS | • Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Nouvel Hôpital Civil | 48.02 Réanimation |
| SAUER Arnaud P0183 | NRP6 NCS | • Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil | 55.02 Ophtalmologie |
| SAULEAU Erik-André P0184 | NRP6 NCS | • Pôle de Santé publique et Santé au travail - Laboratoire de Biostatistiques / Hôpital Civil • Biostatistiques et Informatique / Faculté de médecine / HC | 46.04 Biostatistiques, Informatique médicale et Technologies de Communication (option biologique) |
| SAUSSINE Christian P0143 | RP6 CS | • Pôle d'Urologie, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Urologique / Nouvel Hôpital Civil | 52.04 Urologie |
| SCHNEIDER Francis P0144 | RP6 CS | • Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Hôpital de Haute-pierre | 48.02 Réanimation |
| Mme SCHRÖDER Carmen P0185 | NRP6 CS | • Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychothérapie pour Enfants et Adolescents / Hôpital Civil | 49.04 Pédopsychiatrie ; Addictologie |
| SCHULTZ Philippe P0145 | NRP6 NCS | • Pôle Tête et Cou - CETD - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP | 55.01 Oto-rhino-laryngologie |
| SERFATY Lawrence P0197 | NRP6 NCS | • Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service d'Hépto-Gastro-Entérologie et d'Assistance Nutritive / HP | 52.01 Gastro-entérologie ; Hépatologie ; Addictologie Option : Hépatologie |
| SIBILIA Jean P0146 | NRP6 NCS | • Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital Haute-pierre | 50.01 Rhumatologie |
| Mme SPEEG-SCHATZ Claude P0147 | RP6 CS | • Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil | 55.02 Ophtalmologie |
| Mme STEIB Annick P0148 | RP6 NCS | • Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésiologie-Réanimation Chirurgicale / NHC | 48.01 Anesthésiologie-réanimation (option clinique) |
| STEIB Jean-Paul P0149 | NRP6 CS | • Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie du rachis / Hôpital Civil | 50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique |
| STEPHAN Dominique P0150 | NRP6 CS | • Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service des Maladies vasculaires - HTA - Pharmacologie clinique / Nouvel Hôpital Civil | 51.04 Option : Médecine vasculaire |
| THAVEAU Fabien P0152 | NRP6 NCS | • Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie vasculaire et de transplantation rénale / NHC | 51.04 Option : Chirurgie vasculaire |
| Mme TRANCHANT Christine P0153 | NRP6 CS | • Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Haute-pierre | 49.01 Neurologie |
| VEILLON Francis P0155 | NRP6 CS | • Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie 1 - Imagerie viscérale, ORL et mammaire / Hôpital Haute-pierre | 43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique) |
| VELTEN Michel P0156 | NRP6 NCS CS | • Pôle de Santé publique et Santé au travail - Département de Santé Publique / Secteur 3 - Epidémiologie et Economie de la Santé / Hôpital Civil • Laboratoire d'Epidémiologie et de santé publique / HC / Fac de Médecine • Centre de Lutte contre le Cancer Paul Strauss - Serv. Epidémiologie et de biostatistiques | 46.01 Epidémiologie, économie de la santé et prévention (option biologique) |
| VETTER Denis P0157 | NRP6 NCS | • Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Médecine Interne, Diabète et Maladies métaboliques/HC | 52.01 Option : Gastro-entérologie |
| VIDAILHET Pierre P0158 | NRP6 NCS | • Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil | 49.03 Psychiatrie d'adultes |
| VIVILLE Stéphane P0159 | NRP6 NCS | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Pathologies tropicales / Fac. de Médecine | 54.05 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique) |
| VOGEL Thomas P0160 | NRP6 CS | • Pôle de Gériatrie - Service de soins de suite et réadaptations gériatriques / Hôpital de la Robertsau | 51.01 Option : Gériatrie et biologie du vieillissement |
| WEBER Jean-Christophe Pierre P0162 | NRP6 CS | • Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne / Nouvel Hôpital Civil | 53.01 Option : Médecine Interne |
| WOLF Philippe P0164 | NRP6 NCS | • Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie Générale et de Transplantations multiorganes / HP - Coordonnateur des activités de prélèvements et transplantations des HU | 53.02 Chirurgie générale |
| Mme WOLFF Valérie | | • Pôle Tête et Cou - Service de Neurochirurgie / Hôpital de Haute-pierre | 49.02 Neurochirurgie |

| NOM et Prénoms | CS* | Services Hospitaliers ou Institut / Localisation | Sous-section du Conseil National des Universités |
|--|-----|--|--|
| HC : Hôpital Civil - HP : Hôpital de Haute-pierre - NHC : Nouvel Hôpital Civil * : CS (Chef de service) ou NCS (Non Chef de service hospitalier) Cspi : Chef de service par intérim CSp : Chef de service provisoire (un an) CU : Chef d'unité fonctionnelle Pô : Pôle RPô (Responsable de Pôle) ou NRPô (Non Responsable de Pôle) Cons. : Consultanat hospitalier (poursuite des fonctions hospitalières sans chefferie de service) Dir : Directeur (1) En surnombre universitaire jusqu'au 31.08.2018 (7) Consultant hospitalier (pour un an) éventuellement renouvelable --> 31.08.2017 (3) (8) Consultant hospitalier (pour une 2ème année) --> 31.08.2017 (5) En surnombre universitaire jusqu'au 31.08.2019 (9) Consultant hospitalier (pour une 3ème année) --> 31.08.2017 (6) En surnombre universitaire jusqu'au 31.08.2017 | | | |

A4 - PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES

| | | | |
|----------------------|------------|---|--------------------------|
| HABERSETZER François | CS | Pôle Hépatodigestif 4190 Service de Gastro-Entérologie - NHC | 52.01 Gastro-Entérologie |
| CALVEL Laurent | NRPô CS | Pôle Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO Service de Soins palliatifs / NHC | 55.02 Ophtalmologie |
| SALVAT Eric | | Centre d'Evaluation et de Traitement de la Douleur | |

| MO112 B1 - MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (MCU-PH) | | | |
|--|-----|---|--|
| NOM et Prénoms | CS* | Services Hospitaliers ou Institut / Localisation | Sous-section du Conseil National des Universités |
| AGIN Arnaud M0001 | | • Pôle d'Imagerie - Service de Biophysique et de Médecine nucléaire/Hôpital de Haute-pierre | 43.01 Biophysique et Médecine nucléaire |
| Mme ANTAL Maria Cristina M0003 | | • Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Haute-pierre • Faculté de Médecine / Institut d'Histologie | 42.02 Histologie, Embryologie et Cytogénétique (option biologique) |
| Mme ANTONI Delphine M0109 | | • Centre de lutte contre le cancer Paul Strauss | 47.02 Cancérologie ; Radiothérapie |
| ARGEMI Xavier M0112 | | • Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service des Maladies infectieuses et tropicales / Nouvel Hôpital Civil | 45.03 Maladies infectieuses ; Maladies tropicales Option : Maladies infectieuses |
| Mme AYME-DIETRICH Estelle | | • Pôle de Pharmacologie - Unité de Pharmacologie clinique / NHC | 48.03 Option: pharmacologie fondamentale |
| Mme BARNIG Cindy M0110 | | • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations Fonctionnelles / NHC | 44.02 Physiologie |
| Mme BARTH Heidi M0005 (Dispo → 31.12.2018) | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Virologie / Hôpital Civil | 45.01 Bactériologie - <u>Virologie</u> (Option biologique) |
| Mme BIANCALANA Valérie M0008 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic Génétique / Nouvel Hôpital Civil | 47.04 Génétique (option biologique) |
| BLONDET Cynille M0091 | | • Pôle d'Imagerie - Service de Biophysique et de Médecine nucléaire/Hôpital de Haute-pierre | 43.01 Biophysique et médecine nucléaire |
| BONNEMAINS Laurent M0099 | | • Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie cardio-vasculaire / Nouvel Hôpital Civil | 54.01 Pédiatrie |
| BOUSIGES Olivier M0092 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP | 44.01 Biochimie et biologie moléculaire |
| CARAPITO Raphaël M0113 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil | 47.03 Immunologie |
| CAZZATO Roberto | | • Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventionnelle / NHC | 43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique) |
| CERALINE Jocelyn M0012 | | • Pôle d'Oncologie et d'Hématologie - Service d'Oncologie et d'Hématologie / HP | 47.02 Cancérologie ; Radiothérapie (option biologique) |
| CHOQUET Philippe M0014 | | • Pôle d'Imagerie - Service de Biophysique et de Médecine nucléaire / HP | 43.01 Biophysique et médecine nucléaire |
| COLLONGUES Nicolas M0016 | | • Pôle Tête et Cou-CETD - Centre d'Investigation Clinique / NHC et HP | 49.01 Neurologie |
| DALI-YOUCHEF Ahmed Nassim M0017 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et Biologie moléculaire / NHC | 44.01 Biochimie et biologie moléculaire |
| Mme de MARTINO Sylvie M0018 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Bactériologie / PTM HUS et Faculté de Médecine | Bactériologie-virologie Option bactériologie-virologie biologique |
| Mme DEPIENNE Christel M0100 (Dispo→15.08.18) | CS | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Cytogénétique / HP | 47.04 Génétique. |
| DEVYS Didier M0019 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil | 47.04 Génétique (option biologique) |
| 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 / NHC | 44.02 Physiologie |
| FILISSETTI Denis M0025 | | • Pôle de Biologie - Labo. de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS et Faculté | 45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique) |
| FOUCHER Jack M0027 | | • Institut de Physiologie / Faculté de Médecine • Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil | 44.02 Physiologie (option clinique) |
| GUERIN Eric M0032 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP | 44.03 Biologie cellulaire (option biologique) |
| Mme HARSAN-RASTEI Laura | | • Pôle d'Imagerie - Service de Biophysique et de Médecine nucléaire/Hôpital de Haute-pierre | 43.01 Biophysique et médecine nucléaire |
| Mme HEIMBURGER Céline | | • Pôle d'Imagerie - Service de Biophysique et de Médecine nucléaire/Hôpital de Haute-pierre | 43.01 Biophysique et médecine nucléaire |
| Mme HELMS Julie M0114 | | • Pôle d'Urgences / Réanimations médicales / CAP - Service de Réanimation médicale / Nouvel Hôpital Civil | 48.02 Réanimation ; Médecine d'urgence Option : Réanimation |
| HUBELE Fabrice M0033 | | • Pôle d'Imagerie - Service de Biophysique et de Médecine nucléaire / HP et NHC | 43.01 Biophysique et médecine nucléaire |
| Mme JACAMON-FARRUGIA Audrey M0034 | | • Pôle de Biologie - Service de Médecine Légale, Consultation d'Urgences médico-judiciaires et Laboratoire de Toxicologie / Faculté et HC • Institut de Médecine Légale / Faculté de Médecine | 46.03 Médecine Légale et droit de la santé |
| JEGU Jérémie M0101 | | • Pôle de Santé publique et Santé au travail - Service de Santé Publique / Hôpital Civil | 46.01 Epidémiologie, Economie de la santé et Prévention (option biologique) |

| NOM et Prénoms | CS* | Services Hospitaliers ou Institut / Localisation | Sous-section du Conseil National des Universités |
|---|-----|---|---|
| JEHL François M0035 | | • Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté | 45.01 Option : Bactériologie -virologie (biologique) |
| KASTNER Philippe M0089 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil | 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 |
| Mme LAMOUR Valérie M0040 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP | 44.01 Biochimie et biologie moléculaire |
| Mme LANNES Béatrice M0041 | | • Institut d'Histologie / Faculté de Médecine • Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre | 42.02 Histologie, Embryologie et Cytogénétique (option biologique) |
| LAVAUX Thomas M0042 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP | 44.03 Biologie cellulaire |
| LAVIGNE Thierry M0043 | CS | • Pôle de Santé Publique et Santé au travail - Service d'Hygiène hospitalière et de médecine préventive / PTM et HUS - Equipe opérationnelle d'Hygiène | 46.01 Epidémiologie, économie de la santé et prévention (option biologique) |
| Mme LEJAY Anne M0102 | | • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC | 44.02 Physiologie (Biologique) |
| LENORMAND Cédric M0103 | | • Pôle de Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil | 50.03 Dermato-Vénérologie |
| LEPILLER Quentin M0104 (Dispo → 31.08.2018) | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Virologie / PTM HUS et Faculté de Médecine | 45.01 Bactériologie-Virologie ; Hygiène hospitalière (Biologique) |
| Mme LETSCHER-BRU Valérie M0045 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS • Institut de Parasitologie / Faculté de Médecine | 45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique) |
| LHERMITTE Benoît M0115 | | • Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre | 42.03 Anatomie et cytologie pathologiques |
| Mme LONSDORFER-WOLF Evelyne M0090 | | • Institut de Physiologie Appliquée - Faculté de Médecine • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC | 44.02 Physiologie |
| LUTZ Jean-Christophe M0046 | | • Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Serv. de Chirurgie Maxillo-faciale, plastique reconstructrice et esthétique/HC | 55.03 Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie |
| MEYER Alain M0093 | | • Institut de Physiologie / Faculté de Médecine • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC | 44.02 Physiologie (option biologique) |
| MIGUET Laurent M0047 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire d'Hématologie biologique / Hôpital de Hautepierre et NHC | 44.03 Biologie cellulaire (type mixte : biologique) |
| Mme MOUTOU Céline ép. GUNTNER M0049 | CS | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic préimplantatoire / CMCO Schiltigheim | 54.05 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique) |
| MULLER Jean M0050 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil | 47.04 Génétique (option biologique) |
| NOLL Eric M0111 | | • Pôle d'Anesthésie Réanimation Chirurgicale SAMU-SMUR - Service Anesthésiologie et de Réanimation Chirurgicale - Hôpital Hautepierre | 48.01 Anesthésiologie-Réanimation ; Médecine d'urgence |
| Mme NOURRY Nathalie M0011 | | • Pôle de Santé publique et Santé au travail - Service de Pathologie professionnelle et de Médecine du travail - HC | 46.02 Médecine et Santé au Travail (option clinique) |
| PENCREAC'H Erwan M0052 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et biologie moléculaire / Nouvel Hôpital Civil | 44.01 Biochimie et biologie moléculaire |
| PFAFF Alexander M0053 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS | 45.02 Parasitologie et mycologie |
| Mme PITON Amélie M0094 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / NHC | 47.04 Génétique (option biologique) |
| PREVOST Gilles M0057 | | • Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté | 45.01 Option : Bactériologie -virologie (biologique) |
| Mme RADOSAVLJEVIC Mirjana M0058 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil | 47.03 Immunologie (option biologique) |
| Mme REIX Nathalie M0095 | | • Pôle de Biologie - Labo. d'Explorations fonctionnelles par les isotopes / NHC • Institut de Physique biologique / Faculté de Médecine | 43.01 Biophysique et médecine nucléaire |
| RIEGEL Philippe M0059 | | • Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté | 45.01 Option : Bactériologie -virologie (biologique) |
| ROGUE Patrick (cf. A2) M0060 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et biologie moléculaire / NHC | 44.01 Biochimie et biologie moléculaire (option biologique) |
| Mme ROLLAND Delphine | | • Pôle de Biologie - Laboratoire d'Hématologie biologique / NHC | 44.03 Biologie cellulaire (type mixte : biologique) |
| ROMAIN Benoît M0061 | | • Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP | 53.02 Chirurgie générale |
| Mme RUPPERT Elisabeth M0106 | | • Pôle Tête et Cou - Service de Neurologie - Unité de Pathologie du Sommeil / Hôpital Civil | 49.01 Neurologie |

| NOM et Prénoms | CS* | Services Hospitaliers ou Institut / Localisation | Sous-section du Conseil National des Universités |
|--|-----|---|---|
| Mme SABOU Alina M0096 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS • Institut de Parasitologie / Faculté de Médecine | 45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique) |
| Mme SAMAMA Brigitte M0062 | | • Institut d'Histologie / Faculté de Médecine | 42.02 Histologie, Embryologie et Cytogénétique (option biologique) |
| Mme SCHEIDECKER Sophie | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil | 47.04 Génétique (option biologique) |
| Mme SCHNEIDER Anne M0107 | | • Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie pédiatrique / Hôpital de Haute-pierre | 54.02 Chirurgie Infantile |
| SCHRAMM Frédéric M0068 | | • Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté | 45.01 Option : Bactériologie -virologie (biologique) |
| Mme SOLIS Morgane | | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic Génétique / Nouvel Hôpital Civil | 47.04 Génétique (option biologique) |
| Mme SORDET Christelle M0069 | | • Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital de Haute-pierre | 50.01 Rhumatologie |
| TALHA Samy M0070 | | • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et explorations fonctionnelles / NHC | 44.02 Physiologie (option clinique) |
| Mme TALON Isabelle M0039 | | • Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie Infantile / Hôpital Haute-pierre | 54.02 Chirurgie infantile |
| TELETIN Marius M0071 | | • Pôle de Biologie - Service de Biologie de la Reproduction / CMCO Schiltigheim | 54.05 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique) |
| Mme URING-LAMBERT Béatrice M0073 | | • Institut d'Immunologie / HC • Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil | 47.03 Immunologie (option biologique) |
| VALLAT Laurent M0074 | | • Pôle de Biologie - Laboratoire d'Hématologie Biologique - Hôpital de Haute-pierre | 47.01 Hématologie ; Transfusion Option Hématologie Biologique |
| Mme VILLARD Odile M0076 | | • Pôle de Biologie - Labo. de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS et Fac | 45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique) |
| Mme WOLF Michèle M0010 | | • Chargé de mission - Administration générale - Direction de la Qualité / Hôpital Civil | 48.03 Option : Pharmacologie fondamentale |
| Mme ZALOSZYC Ariane ép. MARCANTONI M0116 | | • Pôle Médico-Chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie I / Hôpital de Haute-pierre | 54.01 Pédiatrie |
| ZOLL Joffrey M0077 | | • 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 | P0166 | Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine | 72. Epistémologie - Histoire des sciences et des techniques |
| Mme la Pr RASMUSSEN Anne | P0186 | Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine | 72. Epistémologie - Histoire des Sciences et des techniques |

B3 - MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES (monoappartenant)

| | | | |
|-----------------------|-------|---|---|
| Mr KESSEL Nils | | Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine | 72. Epistémologie - Histoire des Sciences et des techniques |
| Mr LANDRE Lionel | | ICUBE-UMR 7357 - Equipe IMIS / Faculté de Médecine | 69. Neurosciences |
| Mme THOMAS Marion | | Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine | 72. Epistémologie - Histoire des Sciences et des techniques |
| Mme SCARFONE Marianna | M0082 | Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine | 72. Epistémologie - Histoire des Sciences et des techniques |

B4 - MAITRE DE CONFERENCE DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

| | | | |
|---------------------|-------|--|------------------------------------|
| Mme CHAMBE Juliette | M0108 | Département de Médecine générale / Faculté de Médecine | 53.03 Médecine générale (01.09.15) |
|---------------------|-------|--|------------------------------------|

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

| | | |
|------------------------|-------|---|
| Pr Ass. GRIES Jean-Luc | M0084 | Médecine générale (01.09.2017) |
| Pr Ass. KOPP Michel | P0167 | Médecine générale (depuis le 01.09.2001, renouvelé jusqu'au 31.08.2016) |

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

| | | |
|---------------------|-------|--------------------------------------|
| Dre CHAMBE Juliette | M0108 | 53.03 Médecine générale (01.09.2015) |
|---------------------|-------|--------------------------------------|

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

| | | |
|-----------------------------|-------|--|
| Dre BERTHOU anne | M0109 | Médecine générale (01.09.2015 au 31.08.2018) |
| Dr BREITWILLER-DUMAS Claire | | Médecine générale (01.09.2016 au 31.08.2019) |
| Dr GUILLOU Philippe | M0089 | Médecine générale (01.11.2013 au 31.08.2016) |
| Dr HILD Philippe | M0090 | Médecine générale (01.11.2013 au 31.08.2016) |
| Dr ROUGERIE Fabien | M0097 | Médecine générale (01.09.2014 au 31.08.2017) |
| Dr SANSELME Anne-Elisabeth | | Médecine générale |

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

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

E - PRATICIENS HOSPITALIERS - CHEFS DE SERVICE NON UNIVERSITAIRES

| | | |
|-----------------------------------|---------------------|--|
| Dr ASTRUC Dominique | NRP6 CS | • Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Serv. de Néonatalogie et de Réanimation néonatale (Pédiatrie 2) / Hôpital de Haute-pierre |
| Dr ASTRUC Dominique (par intérim) | NRP6 CS | • Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Réanimation pédiatrique spécialisée et de surveillance continue / Hôpital de Haute-pierre |
| Dr CALVEL Laurent | NRP6 CS | • Pôle Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Soins Palliatifs / NHC et Hôpital de Haute-pierre |
| Dr DELPLANCQ Hervé | NRP6 CS | - SAMU-SMUR |
| Dr GARBIN Olivier | CS | - Service de Gynécologie-Obstétrique / CMCO Schiltigheim |
| Dre GAUGLER Elise | NRP6 CS | • Pôle Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - UCSA - Centre d'addictologie / Nouvel Hôpital Civil |
| Dre GERARD Bénédicte | NRP6 CS | • Pôle de Biologie - Département de génétique / Nouvel Hôpital Civil |
| Mme GOURIEUX Bénédicte | RP6 CS | • Pôle de Pharmacie-pharmacologie - Service de Pharmacie-Stérilisation / Nouvel Hôpital Civil |
| Dr KARCHER Patrick | NRP6 CS | • Pôle de Gériatrie - Service de Soins de suite de Longue Durée et d'hébergement gériatrique / EHPAD / Hôpital de la Robertsau |
| Pr LESSINGER Jean-Marc | NRP6 CS | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Biologie et biologie moléculaire / Nouvel Hôpital Civil + Haute-pierre |
| Mme Dre LICHTBLAU Isabelle | NRP6 Resp | • Pôle de Biologie - Laboratoire de biologie de la reproduction / CMCO de Schiltigheim |
| Mme Dre MARTIN-HUNYADI Catherine | NRP6 CS | • Pôle de Gériatrie - Secteur Evaluation / Hôpital de la Robertsau |
| Dr NISAND Gabriel | RP6 CS | • Pôle de Santé Publique et Santé au travail - Service de Santé Publique - DIM / Hôpital Civil |
| Dr REY David | NRP6 CS | • Pôle Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - «Le trait d'union» - Centre de soins de l'infection par le VIH / Nouvel Hôpital Civil |
| Dr TCHOMAKOV Dimitar | NRP6 CS | • Pôle Médico-chirurgical de Pédiatrie - Service des Urgences Médico-Chirurgicales pédiatriques - HP |
| Mme Dre TEBACHER-ALT Martine | NRP6 NCS Resp | • Pôle d'Activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Maladies vasculaires et Hypertension - Centre de pharmacovigilance / Nouvel Hôpital Civil |
| Mme Dre TOURNOUD Christine | NRP6 CS | • Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Centre Antipoison-Toxicovigilance / Nouvel Hôpital Civil |

F1 - PROFESSEURS ÉMÉRITES

- o *de droit et à vie (membre de l'Institut)*
CHAMBON Pierre (Biochimie et biologie moléculaire)
- o *pour trois ans (1er septembre 2016 au 31 août 2019)*
BOUSQUET Pascal
PINGET Michel
- o *pour trois ans (1er septembre 2017 au 31 août 2020)*
BELLOCO Jean-Pierre (Anatomie Cytologie pathologique)
CHRISTMANN Daniel (Maladies Infectieuses et tropicales)
MULLER André (Thérapeutique)
- o *pour trois ans (1er septembre 2018 au 31 août 2021)*
Mme DANION-GRILLIAT Anne (Pédopsychiatrie, addictologie)

F2 - PROFESSEUR des UNIVERSITES ASSOCIE (mi-temps)

M. SOLER Luc CNU-31 IRCAD (01.09.2009 - 30.09.2012 / renouvelé 01.10.2012-30.09.2015-30.09.2018)

F3 - PROFESSEURS CONVENTIONNÉS* DE L'UNIVERSITE

| | |
|------------------------------|--|
| Dr BRAUN Jean-Jacques | ORL (2012-2013 / 2013-2014 / 2014-2015 / 2015-2016) |
| Pr CHARRON Dominique | Université Paris Diderot (2016-2017 / 2017-2018) |
| Mme GUI Yali | (Shaanxi/Chine) (2016-2017) |
| Mme Dre GRAS-VINCENDON Agnès | Pédopsychiatrie (2010-2011 / 2011-2012 / 2013-2014 / 2014-2015) |
| Dr JENNY Jean-Yves | Chirurgie orthopédique (2014-2015 / 2015-2016 / 2016-2017 / 2017-2018) |
| Mme KIEFFER Brigitte | IGBMC (2014-2015 / 2015-2016 / 2016-2017) |
| Dr KINTZ Pascal | Médecine Légale (2016-2017 / 2017-2018) |
| Dr LAND Walter G. | Immunologie (2013-2014 à 2015-2016 / 2016-2017) |
| Dr LANG Jean-Philippe | Psychiatrie (2015-2016 / 2016-2017 / 2017-2018) |
| Dr LECOCQ Jehan | IURC - Clémenceau (2016-2017 / 2017-2018) |
| Dr REIS Jacques | Neurologie (2017-2018) |
| Pr REN Guo Sheng | (Chongqing / Chine) / Oncologie (2014-2015 à 2016-2017) |
| Dr RICCO Jean-Baptiste | CHU Poitiers (2017-2018) |

(* 4 années au maximum)

G1 - PROFESSEURS HONORAIRES

ADLOFF Michel (Chirurgie digestive) / 01.09.94
 BABIN Serge (Orthopédie et Traumatologie) / 01.09.01
 BAREISS Pierre (Cardiologie) / 01.09.12
 BATZENSCHLAGER André (Anatomie Pathologique) / 01.10.95
 BAUMANN René (Hépatogastro-entérologie) / 01.09.10
 BERGERAT Jean-Pierre (Cancérologie) / 01.01.16
 BERTHEL Marc (Gériatrie) / 01.09.18
 BLICKLE Jean-Frédéric (Médecine Interne) / 15.10.2017
 BLOCH Pierre (Radiologie) / 01.10.95
 BOURJAT Pierre (Radiologie) / 01.09.03
 BRECHENMACHER Claude (Cardiologie) / 01.07.99
 BRETTE Jean-Philippe (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.10
 BROGARD Jean-Marie (Médecine interne) / 01.09.02
 BUCHHEIT Fernand (Neurochirurgie) / 01.10.99
 BURGHARD Guy (Pneumologie) / 01.10.86
 BURSZEJN Claude (Pédopsychiatrie) / 01.09.18
 CANTINEAU Alain (Médecine et Santé au travail) / 01.09.15
 CAZENAVE Jean-Pierre (Hématologie) / 01.09.15
 CHAMPY Maxime (Stomatologie) / 01.10.95
 CINQUALBRE Jacques (Chirurgie générale) / 01.10.12
 CLAVERT Jean-Michel (Chirurgie infantile) / 31.10.16
 COLLARD Maurice (Neurologie) / 01.09.00
 CONRAUX Claude (Oto-Rhino-Laryngologie) / 01.09.98
 CONSTANTINESCO André (Biophysique et médecine nucléaire) / 01.09.11
 DIETEMANN Jean-Louis (Radiologie) / 01.09.17
 DOFFOEL Michel (Gastroentérologie) / 01.09.17
 DORNER Marc (Médecine Interne) / 01.10.87
 DUPEYRON Jean-Pierre (Anesthésiologie-Réa.Chir.) / 01.09.13
 EISENMANN Bernard (Chirurgie cardio-vasculaire) / 01.04.10
 FABRE Michel (Cytologie et histologie) / 01.09.02
 FISCHBACH Michel (Pédiatrie) / 01.10.2016
 FLAMENT Jacques (Ophtalmologie) / 01.09.2009
 GAY Gérard (Hépatogastro-entérologie) / 01.09.13
 GERLINGER Pierre (Biol. de la Reproduction) / 01.09.04
 GRENIER Jacques (Chirurgie digestive) / 01.09.97
 GROSSHANS Edouard (Dermatologie) / 01.09.03
 GUT Jean-Pierre (Virologie) / 01.09.14
 HASSELMANN Michel (Réanimation médicale) / 01.09.18
 HAUPTMANN Georges (Hématologie biologique) / 01.09.06
 HEID Ernest (Dermatologie) / 01.09.04
 IMBS Jean-Louis (Pharmacologie) / 01.09.2009
 IMLER Marc (Médecine interne) / 01.09.98
 JACOMIN Didier (Urologie) / 09.08.17
 JAECK Daniel (Chirurgie générale) / 01.09.11
 JAEGER Jean-Henri (Chirurgie orthopédique) / 01.09.2011
 JESEL Michel (Médecine physique et réadaptation) / 01.09.04
 KEHR Pierre (Chirurgie orthopédique) / 01.09.06
 KEMPF Jules (Biologie cellulaire) / 01.10.95
 KIRN André (Virologie) / 01.09.99
 KREMER Michel (Parasitologie) / 01.05.98
 KRIEGER Jean (Neurologie) / 01.01.07
 KUNTZ Jean-Louis (Rhumatologie) / 01.09.08
 KUNTZMANN Francis (Gériatrie) / 01.09.07
 KURTZ Daniel (Neurologie) / 01.09.98
 LANG Gabriel (Orthopédie et traumatologie) / 01.10.98
 LANG Jean-Marie (Hématologie clinique) / 01.09.2011
 LEVY Jean-Marc (Pédiatrie) / 01.10.95
 LONSDORFER Jean (Physiologie) / 01.09.10
 LUTZ Patrick (Pédiatrie) / 01.09.16
 MAILLOT Claude (Anatomie normale) / 01.09.03
 MAITRE Michel (Biochimie et biol. moléculaire) / 01.09.13
 MANDEL Jean-Louis (Génétiq.) / 01.09.16
 MANGIN Patrice (Médecine Légale) / 01.12.14
 MANTZ Jean-Marie (Réanimation médicale) / 01.10.94
 MARESCAUX Jacques (Chirurgie digestive) / 01.09.16
 MARK Jean-Joseph (Biochimie et biologie cellulaire) / 01.09.99
 MESSER Jean (Pédiatrie) / 01.09.07
 MEYER Christian (Chirurgie générale) / 01.09.13
 MEYER Pierre (Biostatistiques, informatique méd.) / 01.09.10
 MINCK Raymond (Bactériologie) / 01.10.93
 MONTEIL Henri (Bactériologie) / 01.09.2011
 MOSSARD Jean-Marie (Cardiologie) / 01.09.2009
 OUDET Pierre (Biologie cellulaire) / 01.09.13
 PASQUALI Jean-Louis (Immunologie clinique) / 01.09.15
 PATRIS Michel (Psychiatrie) / 01.09.15
 Mme PAULI Gabrielle (Pneumologie) / 01.09.2011
 POTTECHER Thierry (Anesthésie-Réanimation) / 01.09.18
 REYS Philippe (Chirurgie générale) / 01.09.98
 RITTER Jean (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.02
 ROEGEL Emile (Pneumologie) / 01.04.90
 RUMPLER Yves (Biol. développement) / 01.09.10
 SANDNER Guy (Physiologie) / 01.09.14
 SAUVAGE Paul (Chirurgie infantile) / 01.09.04
 SCHAFF Georges (Physiologie) / 01.10.95
 SCHLAEDER Guy (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.01
 SCHLIENGER Jean-Louis (Médecine Interne) / 01.08.11
 SCHRAUB Simon (Radiothérapie) / 01.09.12
 SCHWARTZ Jean (Pharmacologie) / 01.10.87
 SICK Henri (Anatomie Normale) / 01.09.06
 STIERLE Jean-Luc (ORL) / 01.09.10
 STOLL Claude (Génétiq.) / 01.09.2009
 STOLL-KELLER Françoise (Virologie) / 01.09.15
 STORCK Daniel (Médecine interne) / 01.09.03
 TEMPE Jean-Daniel (Réanimation médicale) / 01.09.06
 TREISSER Alain (Gynécologie-Obstétrique) / 24.03.08
 VAUTRAVERS Philippe (Médecine physique et réadaptation) / 01.09.16
 VETTER Jean-Marie (Anatomie pathologique) / 01.09.13
 VINCENDON Guy (Biochimie) / 01.09.08
 WALTER Paul (Anatomie Pathologique) / 01.09.09
 WEITZENBLUM Emmanuel (Pneumologie) / 01.09.11
 WILHM Jean-Marie (Chirurgie thoracique) / 01.09.13
 WILK Astrid (Chirurgie maxillo-faciale) / 01.09.15
 WILLARD Daniel (Pédiatrie) / 01.09.96

Légende des adresses :

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

HOPITAUX UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG (HUS) :

- NHC : **Nouvel Hôpital Civil** : 1, place de l'Hôpital - BP 426 - F - 67091 Strasbourg Cedex - Tél. : 03 69 55 07 08

- HC : **Hôpital Civil** : 1, Place de l'Hôpital - B.P. 426 - F - 67091 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.11.67.68

- HP : **Hôpital de Hautepierre** : Avenue Molière - B.P. 49 - F - 67098 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.12.80.00

- **Hôpital de La Robertsau** : 83, rue Himmerich - F - 67015 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.11.55.11

- **Hôpital de l'Elsau** : 15, rue Cranach - 67200 Strasbourg - Tél. : 03.88.11.67.68

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

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

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

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

IURC - Institut Universitaire de Réadaptation Clemenceau - CHU de Strasbourg et UGECAM (Union pour la Gestion des Etablissements des Caisses d'Assurance Maladie) - 45 boulevard Clemenceau - 67082 Strasbourg Cedex

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

Monsieur Olivier DIVE, Conservateur

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

SERMENT D'HIPPOCRATE

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

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Respectueux et reconnaissant envers mes maîtres je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis resté fidèle à mes promesses.

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

REMERCIEMENTS

A Mme le Pr Steib, merci pour l'honneur que vous me faites en présidant le jury de ma thèse.

A M le Pr Mertes, pour la participation à mon jury de thèse et pour le soutien que vous m'avez apporté durant ces années d'internat. Représenter les internes avec un coordinateur de DES tel que vous était un plaisir,

A M le Pr Collange, merci pour la bienveillance à mon égard lors de mes premières gardes d'interne en réa poly et les suivantes,

Au Dr Garnon, ça a été un réel plaisir de collaborer avec vous et votre équipe dynamique et sympathique pour ce travail,

A M le Pr Sauleau pour les analyses statistiques bayésiennes,

A Bob, merci de m'avoir proposé de poursuivre ce travail intéressant, merci pour tes conseils tout au long des inclusions et de la rédaction de la thèse,

A Marc, pour notre collaboration sur l'étude,

A Sandra pour la conception de l'étude, pour ses conseils lors de la rédaction et pour son énergie communicative

Aux médecins anesthésistes et aux IADEs du CECA : Thi Mai, Laure, Ruxandra (et tous les autres que j'ai pu oublier), Bénédicte et Claudine notamment pour l'aide lors de l'inclusion des patients,

Aux médecins radiologues de l'équipe du Pr Gangi ainsi que les manips radio : c'est toujours génial de travailler dans la bonne humeur,

A mes parents pour leur soutien moral et financier au cours de ces longues années et pour m'avoir donné le goût des études quand je peinai à écrire correctement l'alphabet. Je n'oublie pas votre regard fier et inquiet sur le quai de la gare à Besançon quand je partais à Strasbourg passer les ECN alors que je voulais à tout prix devenir Anesthésiste-Réanimateur,

A mes frères qui ont dû supporter mon caractère difficile à l'approche des examens, à Valentin pour sa gourmandise et à Jean-Baptiste pour sa bonne humeur constante,

A ma famille qui s'est déplacée en nombre pour la soutenance de thèse et qui suivait avec intérêt mon cursus : mes tantes Jo, Mimi, Didine, Nicole et Nelly, mes oncles, mes cousins et cousines appréciés, à mes grands-parents disparus et à ma grand-mère Germaine qui a fait le trajet jusqu'à Strasbourg pour ce grand jour,

A ma belle-famille, Kim Thu et François qui m'ont fait découvrir Bordeaux et les alentours mais aussi le Vietnam, Clément qui gagne un peu trop au Monopoly,

Emily, Katie et Liem mes petits koalas chéris de Melbourne ainsi qu'à leurs parents Thu Lan et Quang,

A mes amis de toujours, Vivien numéro 1, ma crevette depuis la maternelle, Edouard numéro 1bis depuis le temps des soirées dans le garage de tes parents jusqu'à ton mariage où j'aurai l'honneur d'être ton témoin, Clémence, ma Jacquou, pour son humour, sa grande gentillesse et pour les dessins d'anath en P1, Pierre & Elise, Justine, Anaïs & Clémence pour toutes ces années ensemble dans le secondaire depuis notre premier jour de 6^{ème}, Audrey et sa filouterie pendant les jeux de société...

A mes amis de médecine de Besançon, 6 années à vos côtés, autant d'excellents moments ensemble: Laura (Jozy) pour toutes les soirées avec des passoires sur la tête et nos beaux voyages à chercher le resto du soir au petit déjeuner, Achille pour les vacances à Gigaro (et pour avoir trouvé Laura), Hélène (Mounette) pour les soirées confs en D3/D4 presque agréables grâce aux petits plats qu'on se préparait, Bérénice et Benoit pour leur gentillesse et leur accueil toujours parfait, Martin (Marto) pour ce voyage en Croatie inoubliable et à tous ceux avec lesquels j'ai été externe pour les excellents moments passés avec vous,

A Alice bien sûr, même si la distance nous sépare nous sommes toujours collés l'un à l'autre, bravo pour ta ténacité dans ton projet professionnel, merci pour ton amitié si précieuse mais descends de tes montagnes et oublies tes skieurs de temps en temps,

A Clémentine que je n'oublierai jamais et dont le souvenir se rappelle à moi dès que je me plains trop de difficultés mineures,

A mes amis plus récents rencontrés à Strasbourg: François pour notre passion commune du bon vin et qui m'a fait l'honneur de me choisir comme témoin à son mariage, Fanny : amie depuis la semaine précédant le début de l'internat et où nous avons monté un plan machiavélique pour "emprunter" une bouteille de pinot gris pour terminer la soirée, à Guillaume bien sûr pour son humour si décalé, à Gauthier et Emma, à Antoine depuis la P2, Simon, Magretta, Anaïs ... A tous mes cointernes pendant ces cinq années : Alice, Mathilde pour les intermèdes musicaux raffinés en réa poly, Mathieu et Fabien actuellement, Lucile en réa chir aux membres du bureau du SAIHCS pour nos belles aventures : Laure, Benjamin et Clément.

A Vincent, Jordan, Ben, Laure et tous les autres pour les soirées oeno et dans les petits restaurants de Strasbourg notamment,

A Marion, pour notre goût commun de l'Asie, géographiquement et culinairement parlant et pour ses conseils tant cardiologiques que déco toujours pertinents.

Aux chefs qui m'ont donné le goût de cette discipline et qui m'ont appris ce que je sais : les Dr Ajob, Biermann, Collange, Dhif, Faitot, Fenninger, Galli, Heshmati, Jazaereli, Kempf, Kieffer, Kogne, Lebas, Lehmann, Marcantoni, Mebaouj, Noll, Pilly-Floury, Pottecher, Profumo, Roche... (par ordre alphabétique pour ne pas

faire de favoritisme), à l'équipe du pôle 1 à Colmar pour m'avoir donné le goût de l'obstétrique et de la pédiatrie,

Aux infirmiers, aide-soignants, secrétaires avec lesquels c'est un plaisir de collaborer, aux IADES qui m'ont pris sous leurs ailes au début de l'internat puis par la suite...

A Nhat Minh enfin, mon présent et mon avenir, qui rajoute chaque jour un peu de sauce soja à ma vie et des pays à gratter sur la mappemonde de nos voyages.

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----------|
| SERMENT D'HIPPOCRATE..... | 13 |
| REMERCIEMENTS | 14 |
| TABLE DES MATIERES..... | 17 |
| ABREVIATIONS..... | 19 |
| Liste des tableaux et des figures..... | 21 |
| CHAPITRE I : MISE AU POINT DES CONNAISSANCES | 23 |
| I. Ablation percutanée de tumeurs : techniques | 23 |
| II. Difficultés induites par les mouvements respiratoires | 25 |
| III. Jet Ventilation à Haute Fréquence..... | 27 |
| A. Définition et principes de la Jet Ventilation à Haute Fréquence | 29 |
| B. Mécanique respiratoire et jet ventilation | 34 |
| C. Réglage et surveillance du ventilateur dédié à la JVHF | 37 |
| D. Indications de la JVHF | 40 |
| E. Complications de la JVHF | 43 |
| F. Contre-indications à la JVHF | 45 |
| CHAPITRE II : ETUDE JET-RIP..... | 46 |
| I. INTRODUCTION | 46 |
| II. MATERIEL ET METHODE | 47 |
| A. Plan expérimental..... | 47 |
| B. Critères d'éligibilité..... | 48 |
| C. Déroulement de l'étude..... | 49 |
| D. Données collectées | 58 |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| E. Analyses statistiques..... | 65 |
| III. RESULTATS | 69 |
| IV. DISCUSSION..... | 78 |
| V. CONCLUSION | 91 |
| BIBLIOGRAPHIE | 93 |

ABREVIATIONS

AIVOC : Anesthésie Intra-Veineuse à Objectif de Concentration

AG : Anesthésie Générale

BIS : Bi Spectral Index

BPCO : Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive

CA : Cryoablation

CRF : Capacité Résiduelle Fonctionnelle

DAS : Difficult Airway Society

ETCO₂ : Pression partielle en dioxyde de carbone en fin d'expiration

FC : Fréquence Cardiaque

FiO₂ : Fraction Inspirée en Oxygène

FR : Fréquence Respiratoire

HFO : Oscillation à Haute Fréquence

IC 95% : Intervalle de Crédibilité à 95%

Ico : Intervalle de confiance

IMC : Indice de Masse Corporelle

JVHF : Jet Ventilation à Haute Fréquence

MO : Micro-onde

ORL : Oto-Rhino-Laryngologie

PaCO₂ : Pression partielle de dioxyde de carbone en artériel

PAM : Pression Aérienne Moyenne

PAS : Pression Artérielle Systolique

PDS : Produit Dose Surface

PEP : Pression Expiratoire Positive

PetCO₂ : Pression expirée en dioxyde de carbone

PP : Pression de Pause

PIP : Pression dans les voies respiratoires

PT : Pression de Travail

PTE : Pression Télé Expiratoire

RF : Radiofréquence

SDRA : Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë

SFAR : Société Française d'Anesthésie Réanimation

Va : Volume alvéolaire

Vd : Volume délivré

Ve : Volume entraîné par le gaz par effet venturi

VHF : Ventilation à Haute Fréquence

Vr : Volume de reflux

Vt : Volume courant

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

| | |
|--|----|
| FIGURE 1 : SCHEMA SIMPLIFIE DU MONTAGE D'UN APPAREIL DE JVHF (10)..... | 29 |
| FIGURE 2 MECANISMES RESPONSABLES DU TRANSPORT DES GAZ EN JVHF | 33 |
| FIGURE 3 PRINCIPE ET MECANISME DES ECHANGES GAZEUX DANS LA JVHF.(16)..... | 35 |
| FIGURE 4 RELATION ENTRE LA PT A), LE RAPPORT I/E B) ET LA FREQUENCE RESPIRATOIRE C) SUR LE VOLUME COURANT (17)..... | 36 |
| FIGURE 5 : ECRAN DU VENTILATEUR MONSOON III TM | 38 |
| FIGURE 6 ALARME PIP-HAUTE EN CAS D'OBSTRUCTION DES VOIES AERIENNES SUPERIEURES SUR MONSOON III TM ACUTRONIC ®, SEBAC | 39 |
| FIGURE 7 MISE EN PLACE DU CIRCUIT DE JVHF | 54 |
| FIGURE 8 LES AXES ANATOMIQUES DE REFERENCE..... | 55 |
| FIGURE 9 NASA TASK LOAD INDEX..... | 63 |
| FIGURE 10 ECHELLE VISUELLE ANALOGIQUE MODIFIEE | 63 |
| FIGURE 11 BOXPLOTS DES MEDIANES DE TEMPS DE PONCTION SELON LES DEUX TECHNIQUES : JVHF & VC | 71 |
| FIGURE 12 DIAGRAMMES REPRESENTANTS LES MEDIANES DE MOUVEMENTS DANS LES DEUX GROUPE (*DIFFÉRENCE SIGNIFICATIVE)..... | 74 |
| FIGURE 13 CORRELATION ENTRE ETCO ₂ MESUREE EN FIN DE PROCEDURE SUR LE MONSOON® | 77 |
| | |
| TABLEAU 1 CHRONOLOGIE DES VISITES | 57 |
| TABLEAU 2 CARACTERISTIQUES DEMOGRAPHIQUES | |
| DE LA POPULATION DANS CHAQUE GROUPE | 70 |
| TABLEAU 3 CARACTERISTIQUES RADIOLOGIQUES DANS CHAQUE GROUPE | 73 |
| TABLEAU 4 PARAMETRES ANESTHESIQUES DANS LES DEUX GROUPE..... | 75 |
| TABLEAU 5 EVOLUTION DES PARAMETRES VENTILATOIRES AU COURS DU TEMPS DANS LE GROUPE JVHF | 75 |
| TABLEAU 6 EVOLUTION DES PARAMETRES VENTILATOIRES AU COURS DU TEMPS DANS LE GROUPE VC | 76 |

| | |
|---|----|
| TABLEAU 7 COMPLICATIONS EVENTUELLES LIEES A LA PROCEDURE | 76 |
| TABLEAU 8 : REGLAGE DU VENTILATEUR DE JVHF DANS LES CAS D'HYPOXEMIE OU D'HYPERCAPNIE | 89 |

CHAPITRE I : MISE AU POINT DES CONNAISSANCES

I. Ablation percutanée de tumeurs : techniques

L'utilisation de techniques percutanées dans le traitement des tumeurs se développe parallèlement à l'amélioration des techniques de radiologie interventionnelle.

Initialement réservées aux patients qui étaient récusés pour une résection chirurgicale du fait de comorbidités, des risques peropératoires importants ou d'impossibilité technique, les méthodes d'ablation percutanée de tumeurs sont désormais plus fréquemment proposées.

Les techniques de radiologie interventionnelles utilisées dans notre étude sont la radiofréquence (RF), les micro-ondes (MO) ou la cryoablation (CA) délivrées par une sonde d'ablation tumorale.

Le traitement mini-invasif par voie percutanée en radiologie interventionnelle nécessite la mise en place d'une ou de plusieurs aiguilles tutrices au niveau de la tumeur à traiter à l'aide de techniques d'imagerie (tomodensitométrie associée parfois à l'échographie). Les sondes d'ablation sont introduites via les aiguilles tutrices, au centre de la tumeur sous contrôle de l'imagerie.

L'ablation tumorale par radiofréquence (RF), technique très utilisée en chirurgie et en imagerie interventionnelle, consiste à délivrer un courant alternatif (420 à 500 kHz) entre deux électrodes. Les ions des tissus présents sur le trajet du courant alternatif s'orientent dans la direction du courant et sont à l'origine d'une agitation ionique conduisant au réchauffement des tissus. Au-delà de 50°C, des lésions cellulaires par nécrose de coagulation apparaissent et elles sont à l'origine d'une mort cellulaire. (1)

L'ablation tumorale par micro-ondes (MO) consiste à utiliser l'effet de rotation sur les molécules d'eau des tumeurs de ces micro-ondes d'une fréquence comprise entre 915 MHz et 2,45 GHz. L'agitation des molécules d'eau va provoquer un réchauffement tissulaire responsable de la mort cellulaire par nécrose de coagulation. Plusieurs sondes d'ablation peuvent être utilisées lors de l'application afin d'obtenir un effet synergique et provoquer la destruction de tumeurs plus volumineuses. (1)

L'ablation tumorale par cryoablation (CA) consiste à utiliser l'effet Joule-Thomson qui décrit le changement de température résultant de la décompression ou compression d'un gaz. En radiologie interventionnelle, nous utilisons un gaz rare : l'Argon. Sa décompression à 300 bar entraîne une baisse de température pouvant aller jusqu'à -186°C à l'extrémité de la sonde. Les tissus environnants sont gelés. Au niveau cellulaire, l'eau cristallise d'abord dans le secteur extracellulaire provoquant une hyper-osmolarité par carence en eau. Un transfert d'eau depuis l'espace intracellulaire vers l'espace extracellulaire est responsable d'une augmentation de la concentration en électrolytes dans l'espace intracellulaire

conduisant à la mort cellulaire par destruction mécanique des membranes et des structures de la cellule. Secondairement, on observe une obstruction par la glace des micro vaisseaux inférieurs à 3mm des tissus traités, responsable d'une ischémie tissulaire. Un second effet de la cryothérapie est le relargage d'antigènes membranaires et cellulaires responsables d'un effet inflammatoire local qui serait l'origine d'une réponse immunitaire anti-tumorale secondaire. (1)

La condition sine qua non pour réaliser ces techniques est de pouvoir positionner la sonde d'ablation tumorale au centre de la lésion tumorale. La sonde d'ablation thermique est introduite au travers d'une aiguille tutrice préalablement mise en place. Le traitement de tissus situés à proximité du diaphragme est perturbé par les mouvements de celui-ci au cours de la ventilation mécanique. Les procédures percutanées sont plus difficiles voire impossibles pour le radiologue et les risques d'ablation tumorale incomplète ou d'atteinte des tissus avoisinant la zone à traiter augmentent.(2) La ventilation est responsable du déplacement moyen de 1,1 à 2,5cm dans l'axe longitudinal (voire jusqu'à 8cm pendant une inspiration profonde) des organes intra-abdominaux péri-diaphragmatiques (foie, pancréas et rein). (3)

II. Difficultés induites par les mouvements ventilatoires

Les mouvements ventilatoires lors des procédures de radiologie interventionnelle compliquent le travail des radiologues car ils déplacent de façon cyclique la cible à traiter. Dans une revue de la littérature, Muller et al. font le point sur les

différentes méthodes utilisées en radiologie interventionnelle pour diminuer les mouvements respiratoires (3). L'apnée reste la technique idéale pour assurer l'absence de mouvements diaphragmatiques mais elle est difficilement compatible avec la durée de traitement des lésions qui est de l'ordre de plusieurs minutes.

Pour les lésions pulmonaires, rénales ou hépatiques, la ventilation uni pulmonaire du côté opposé à la lésion permet de diminuer les mouvements respiratoires des organes adjacents mais de façon insuffisante et elle est responsable de complications classiques liées à l'exclusion pulmonaire (atélectasies, hypoventilation, ...). (4)

Plusieurs équipes ont démontré que le choix de la Jet Ventilation à Haute Fréquence (JVHF) comme technique ventilatoire permettait d'assurer une quasi-immobilité diaphragmatique. Les très faibles variations du volume intrapulmonaire lors de la JVHF induisent de faibles mouvements des organes adjacents au diaphragme. (3)

Denys et al. ont montré, sur une cohorte rétrospective, la faisabilité d'effectuer des ablations de tumeurs hépatiques, rénales ou pulmonaires par voie percutanée sous JVHF (5). 41 patients avaient bénéficié de cette technique. La sécurité de la technique a été démontrée. Il n'y avait aucun cas d'hypercapnie relevé malgré une durée d'anesthésie moyenne supérieure à deux heures. Les mouvements de la cible étudiée étaient minimes dans les 3 axes (moins de 1mm). En comparant aux mouvements des tissus similaires rapportés dans les études réalisées sous

ventilation contrôlée conventionnelle le mouvements sont amortis en moyenne d'1 à 2 cm. (5) (6)

Chung et al. ont cherché à comparer l'utilisation de la JVHF sous anesthésie générale (AG) dans le traitement percutané des tumeurs pulmonaires par rapport à la ventilation spontanée sous sédation. Cette étude prospective, non randomisée incluait 46 patients : 13 étaient en ventilation spontanée sous sédation lors du traitement, 33 bénéficiaient d'une JVHF sous anesthésie générale. La durée du traitement et la dose de radiation administrée étaient significativement plus faibles dans le groupe JVHF que dans celui en ventilation spontanée. Il n'y avait pas de différence significative entre les deux techniques en ce qui concerne la durée de l'anesthésie et l'incidence de pneumothorax. (7)

Ainsi, la JVHF semble être une technique intéressante dans le traitement radioguidé percutané des tumeurs pulmonaires, rénales ou hépatiques. (8) La littérature manque néanmoins d'études avec un niveau de preuve scientifique élevé pour conclure à une éventuelle supériorité de la technique ventilatoire de JVHF par rapport à la ventilation conventionnelle. Une étude prospective randomisée comparant la JVHF à la ventilation conventionnelle en radiologie interventionnelle est nécessaire.

III. Jet Ventilation à Haute Fréquence

La première description de la technique par Ventilation à Haute Fréquence (VHF) remonte à 1967, par Douglas Sanders qui utilisait le canal latéral d'un

bronchoscope pour ventiler ses patients lors de l'examen oto-rhino-laryngologique (ORL) sous anesthésie générale (9). En 1971, Spoerel décrit l'utilisation de la VHF par voie trans-trachéale. Dans les années 1970, la technique se développe dans les blocs opératoires d'ORL avec l'apparition de respirateurs dédiés.

La VHF correspond à la délivrance d'un volume courant réduit (inférieur à 3ml/kg) à une fréquence élevée (supérieure à 100 cycles par minute). Des respirateurs spécifiques sont nécessaires pour réaliser une ventilation avec une fréquence aussi importante.

Il existe trois types de VHF :

- ⇒ la Jet Ventilation à Haute Fréquence (JVHF) qui correspond à l'injection d'un gaz à haute vitesse à travers un injecteur de faible diamètre dans les voies aériennes. Le débit gazeux est découpé par une valve solénoïde. L'expiration est passive. (cf. Figure 1)
- ⇒ la ventilation par percussion à haute fréquence qui consiste à injecter un gaz à haute pression vers un piston qui permet de délivrer des gaz à de grandes vitesses à une fréquence élevée au patient.
- ⇒ la Ventilation par Oscillation à Haute Fréquence (HFO) qui consiste à maintenir une pression positive dans le respirateur grâce à un débit de gaz frais constant et une fuite calibrée. Une membrane permet de faire osciller

la pression entre deux valeurs extrêmes. L'expiration est en partie active due au recul de la membrane oscillante et en partie passive due à la ventilation à fuite calibrée.

A. Définition et principes de la Jet Ventilation à Haute Fréquence

La JVHF correspond à l'injection à haute fréquence (jusqu'à 600 fois par minute) d'un gaz à haute vitesse à travers un injecteur de faible diamètre (environ 2mm chez l'adulte) (10).

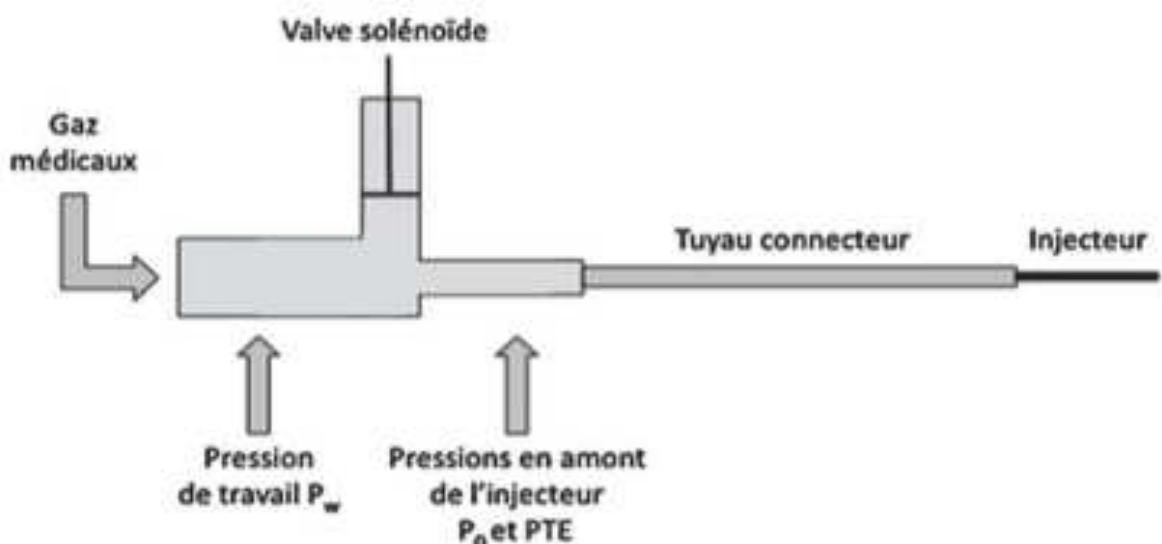


FIGURE 1 : SCHEMA SIMPLIFIE DU MONTAGE D'UN APPAREIL DE JVHF (10)

P_0 : Pression inspiratoire maximale PTE : Pression Télé-Expiratoire

La pression dans le circuit d'injection change rapidement et de façon cyclique à la sortie de l'injecteur où elle est transformée en énergie cinétique. Un effet Venturi concomitant est responsable d'une diminution de la FiO_2 par mélange du débit de gaz frais injecté avec l'air ambiant.

Au début de l'insufflation, la pression au niveau de l'extrémité de l'injecteur est quasiment nulle. Elle va augmenter d'autant plus rapidement que la compliance dans les voies aériennes est basse et/ou les résistances bronchiques sont élevées. Lorsque la pression à la sortie de l'injecteur devient inférieure à la pression dans les voies aériennes, le gaz provenant de l'injecteur va refluer vers l'extérieur. Pour cela, la filière laryngée doit être perméable, le diamètre de l'injecteur doit être plus faible que celui de la valve du jet-ventilateur et le gaz comprimé dans l'espace mort du jet ventilateur doit avoir le temps de se décompresser pendant l'expiration. Le risque est de délivrer un flux continu pouvant provoquer une surdistension pulmonaire si ces conditions ne sont pas respectées. Le volume reflué vers l'extérieur se nomme « volume de reflux (V_r) ».

Les appareils de JVHF sont munis d'une valve solénoïde qui tronçonne le débit à une fréquence comprise entre 0,1 à 10 Hz permettant d'obtenir des fréquences respiratoires réglables entre 6 et 600 cycles par minute.

La ventilation minute (L/min , le produit du volume courant V_t par la fréquence respiratoire FR) que délivre l'appareil de JVHF dépend du diamètre de l'injecteur, de sa longueur (loi de Poiseuille) et de la pression de travail qui résulte de la pression en amont de l'injecteur et du rapport temps d'insufflation/temps total du cycle (I/T). La compliance pulmonaire et les résistances des voies aériennes sont également des paramètres déterminant la ventilation minute car elles sont capables de moduler la pression en aval de l'injecteur.

La ventilation alvéolaire (V_a) dépend du volume délivré par l'appareil de JVHF (V_d) et du volume entraîné par le gaz par effet venturi (V_e) duquel on soustrait le volume de reflux (V_r).

Le volume courant (V_t) est alors équivalent à la somme du V_d et du V_e de laquelle on soustrait le V_r : **$V_t = (V_d + V_e) - V_r$** .

En multipliant le V_t par la fréquence respiratoire (FR en cycles par minute) on obtient la V_a (en litres par minute) : **$V_a = V_t \times FR$** .

Lors de la ventilation à haute fréquence, de faibles volumes de gaz sont administrés.

L'hématose est assurée par plusieurs mécanismes responsables des échanges gazeux (11) :

⇒ **la ventilation alvéolaire directe** : correspond à la partie du débit inspiratoire qui atteint les alvéoles proximales et qui réalise des échanges gazeux par convection, phénomène similaire à celui présent lors de la ventilation conventionnelle.

⇒ **la dispersion longitudinale par effet Taylor** : des mouvements de tourbillon sont créés par la rencontre entre les gaz des zones de convection et de diffusion. Une partie de ces gaz peut se mélanger au gaz alvéolaire et participer ainsi à la ventilation alvéolaire par convection.

- ⇒ **les effets pendulaires** : les alvéoles les moins compliantes se remplissent davantage avant de se vider dans les alvéoles adjacentes. Des mouvements de distribution gazeux inter-alvéolaires des gaz sont ainsi favorisés.

- ⇒ **le profil de vitesse asymétrique** : la vitesse des gaz situés dans la lumière bronchique est plus élevée que la vitesse des gaz au contact de la paroi trachéo-bronchique. Les gaz situés au contact des parois tendent à remonter vers les voies aériennes supérieures tandis que les gaz situés au centre continuent leur trajet en distalité.

- ⇒ **le mélange cardiogénique** : les battements cardiaques sont transmis aux parois pulmonaires avec lesquels elles sont en contact et sont responsables de mouvements de gaz dans les bronchioles et les alvéoles.

- ⇒ **la diffusion moléculaire** : mélange des gaz dans les petites bronchioles et alvéoles à proximité de la membrane alvéolo-capillaire.

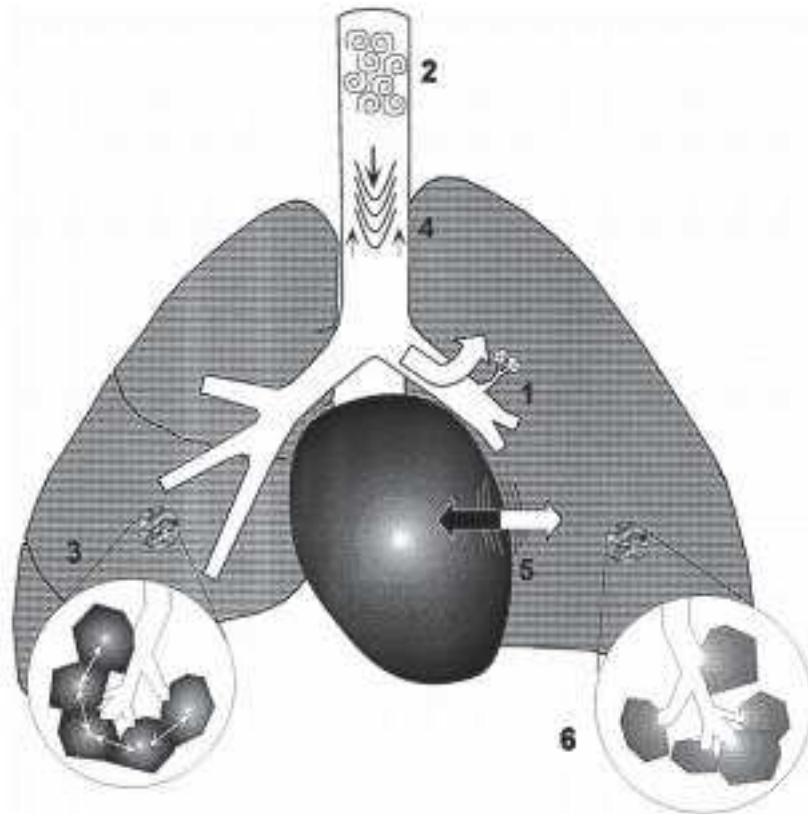


FIGURE 2 MECANISMES RESPONSABLES DU TRANSPORT DES GAZ EN JVHF

1. Ventilation alvéolaire directe
2. Dispersion longitudinale
3. Effets pendulaires
4. Profil de vitesse asymétrique
5. Mélange cardiogénique
6. Diffusion moléculaire (11)

Voies d'administration de la JVHF.

L'injecteur de la JVHF peut être introduit en pré-glottique, en trans-glottique ou en trans-trachéal.

La voie pré-glottique consiste à placer l'extrémité distale de l'injecteur devant le larynx. L'injecteur est introduit par le canal latéral d'un bronchoscope ou par laryngoscopie chirurgicale. Les risques d'une mauvaise position sont l'hypoventilation alvéolaire ou l'insufflation œsophagienne.

La voie trans-glottique consiste à placer l'extrémité distale de l'injecteur dans la trachée, à travers la glotte, sous contrôle laryngoscopique. Les complications sont rares et consistent essentiellement en des descriptions de lésions gastriques en cas de positionnement intra-œsophagien (12) (13). Nous avons utilisé cette voie dans notre étude : l'injecteur était introduit directement à travers la sonde d'intubation, mise en place préalablement sous laryngoscopie directe, ce qui nous assurait de l'absence d'intubation œsophagienne et l'absence d'obstacle à l'expiration au niveau des voies aériennes supérieures ;

La voie transtrachéale consiste à introduire le cathéter de jet ventilation directement par ponction de la membrane crico-thyroïdienne. C'est une voie d'oxygénation en cas d'obstruction complète de la voie glottique. Le taux d'échec est faible. (14) (15)

B. Mécanique respiratoire et jet ventilation

Les réglages du respirateur de la JVHF déterminent les échanges gazeux responsables de l'oxygénation et de l'élimination du CO₂.

L'oxygénation dépend de la fraction d'oxygène inspiré (FiO₂) du mélange gazeux injecté. Il existe un faible effet Venturi créé par le système de ventilation qui est un système ouvert et qui tend à diminuer la FiO₂ alvéolaire par rapport à la FiO₂ à la sortie de l'injecteur.

L'oxygénation dépend essentiellement de la différence de pression moyenne régnant dans les voies aériennes. A l'équilibre, cette différence de pression

correspond à la résultante entre le débit injecté, la résistance à l'expiration et la compliance pulmonaire.

L'augmentation de la pression moyenne peut être réalisée en augmentant la pression de travail principalement mais également en augmentant la fréquence respiratoire et donc en diminuant le rapport I/E qui sera responsable de la génération d'une auto-PEP. Une augmentation des résistances par diminution du calibre interne de la filière des voies aériennes supérieures va gêner l'évacuation des gaz expirés et peut majorer le phénomène d'auto-PEP.

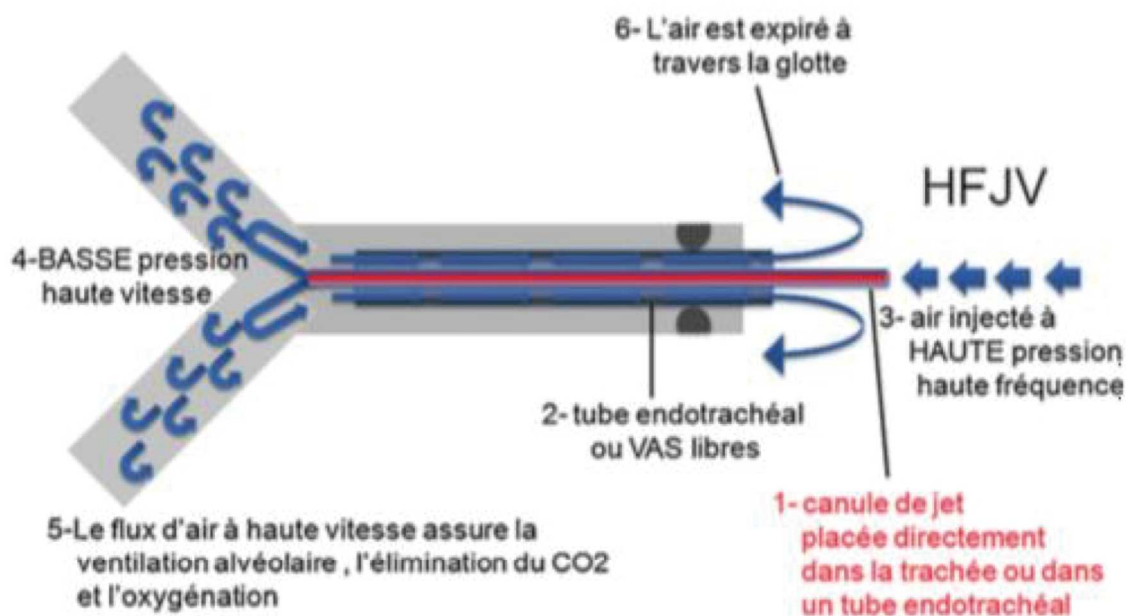


FIGURE 3 PRINCIPE ET MECANISME DES ECHANGES GAZEUX DANS LA JVHF (16)

Positionnement d'une canule de jet en position endotrachéale (1.), air injecté à haute pression et haute fréquence en amont de la fréquence (3.), distribution de l'air à basse pression et haute vitesse en amont de la canule dans les bronches et la trachée (4.), balayage des alvéoles par le flux d'air responsable de l'oxygénation et de l'élimination du CO₂ (5.), expiration de l'air à travers la glotte et des VAS libres (6. et 2.)

L'élimination du CO₂ est assurée par les faibles variations de pression entre l'expiration et l'inspiration, de l'ordre de 2 à 4 cmH₂O. Cela est très inférieur à ce qui est rencontré en VC ; L'élimination du CO₂ est corrélée à la pression de travail : plus la pression de travail augmente, plus l'élimination du dioxyde de carbone est élevée [17]. L'étude de Rouby et al. (17) met en évidence les facteurs influençant le Vt et la décarboxylation durant la JVHF. Les facteurs principaux qui déterminent le Vt sont la pression de travail (PT) et la fréquence respiratoire. Afin de majorer le Vt, l'étude suggère qu'il faut augmenter la pression de travail. Il existait un lien étroit dans cette étude entre l'élimination du CO₂ et le volume courant généré par le ventilateur sans pour autant qu'il y ait de relation entre l'élimination du CO₂ et la VA (Vt x FR).

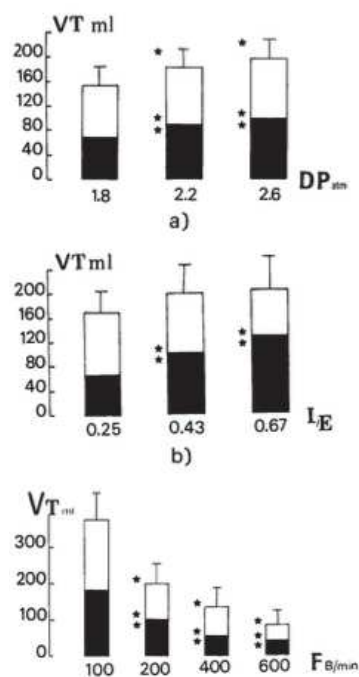


FIGURE 4 RELATION ENTRE LA PT a), LE RAPPORT I/E b) ET LA FREQUENCE RESPIRATOIRE c) SUR LE VOLUME COURANT (17)

C. Réglage et surveillance du ventilateur dédié à la JVHF

Le respirateur que nous utilisons est le modèle MONSOON III™ (Acutronic Medical System AG®, distribué par la société SEBAC) avec monitoring intégré de l'ETCO₂. L'appareil est conforme aux directives CE 93/42/CEE et 2007/47/CE du conseil européen en matière des dispositifs médicaux.

Pour chaque patient, le consommable consiste en un cathéter à usage unique à double lumière permettant l'injection, de longueur 40cm et de diamètre 2mm (137,4€ l'unité), une tubulure réutilisable entre le cathéter et le ventilateur de JVHF (61,3€), une tubulure à usage unique permettant l'humidification des gaz injectés au patient (6,45€ l'unité), une ligne de prélèvement à usage unique pour mesure de l'ETCO₂ (37,2€ l'unité) avec raccord en Y à usage unique pour permettre son branchement sur le cathéter et une tubulure réutilisable permettant la mesure de la PTE (61,3€). Le ventilateur Monsoon III™ coûte 47000€ hors taxe. Le coût total du consommable à usage unique est d'environ 300€ par patient traité.

Il existe de grandes différences interindividuelles en termes de résistance et de compliance des voies aériennes. Il n'y a pas, à notre connaissance, d'algorithme précis d'adaptation des paramètres respiratoires en fonction de l'ETCO₂. De ce fait, les réglages standardisés de la JVHF n'existent pas. Pour créer notre protocole, nous nous sommes basés sur une revue de la littérature.(10)(17)

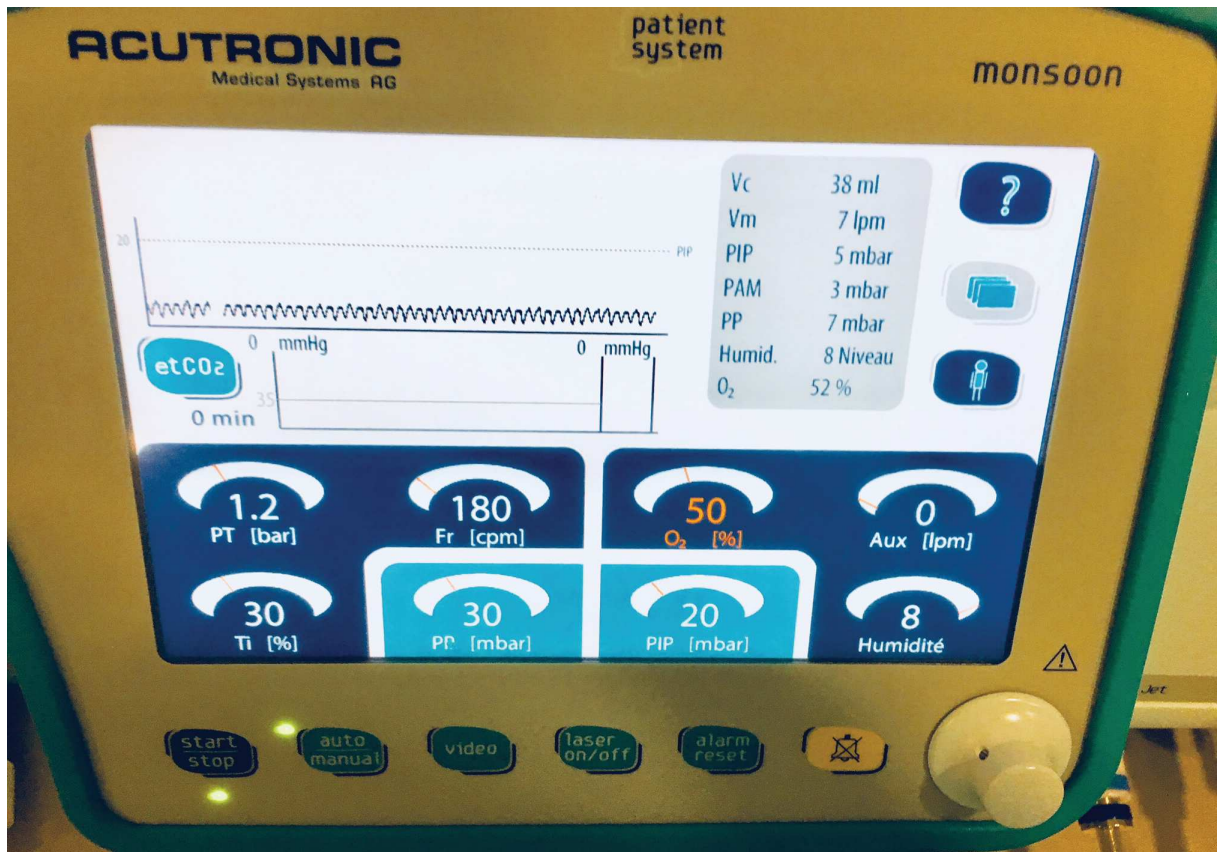


FIGURE 5 : ECRAN DU VENTILATEUR MONSOON III TM

En pratique, différents paramètres doivent être surveillés sur le moniteur de JVHF : la **pression télé-expiratoire (PTE)** ou **pression de pause (PP)**, la **pression dans les voies respiratoires (PIP)** et la mesure de l'**ETCO₂**.

La **PTE** correspond à la mesure par la canule et le tuyau connecteur de la pression résiduelle dans la trachée. Elle est effectuée 10 millisecondes avant l'insufflation suivante. Elle correspond à la somme de la pression intra-trachéale et de la pression résiduelle dans l'espace mort du système d'injecteur en lien avec la décompression des gaz. La mesure de la PTE est essentielle pour prévenir les accidents de surdistension pulmonaire qui résultent d'une non décompression des gaz dans l'espace mort du jet-ventilateur en cas d'obstacle à l'expiration. (18)

Dans notre étude, nous utilisons le respirateur Monsoon III™, distribué en France par la société SEBAC. L'insufflation des gaz est arrêtée en cas d'augmentation de la PTE au delà d'un seuil fixé habituellement à 10mBar. La ventilation reprend une fois que la PTE chute à 20% en dessous de sa valeur limite. (19)

La **PIP**, pression dans les voies aériennes du patient à l'instant *T*, est mesurée en continue et est visualisée sur l'écran de l'appareil de JVHF. En cas d'obstacle sur les voies aériennes et d'augmentation de la PIP, l'insufflation est arrêtée jusqu'à ce que la PIP diminue sous la valeur du seuil maximal préalablement définie.

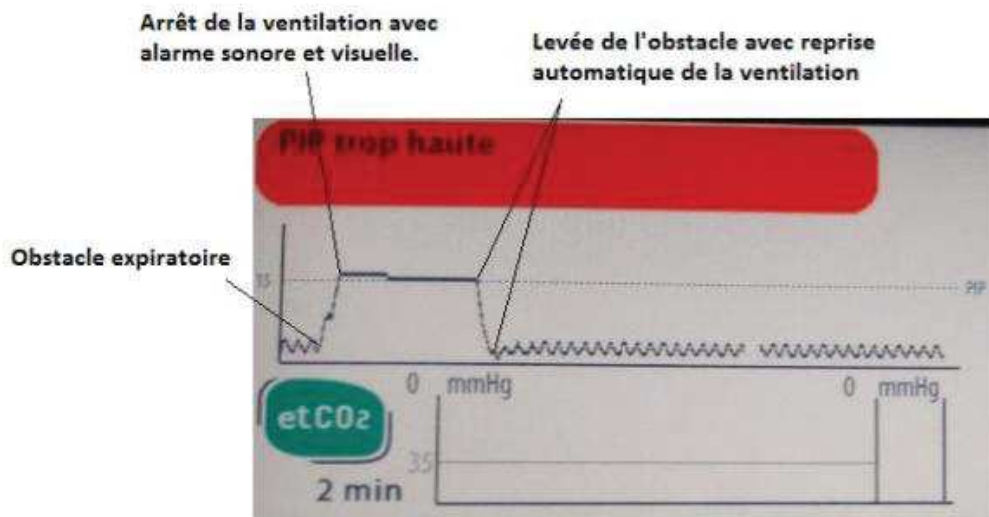


FIGURE 6 ALARME PIP-HAUTE EN CAS D'OBSTRUCTION DES VOIES AERIENNES SUPERIEURES SUR MONSOON III™ ACUTRONIC®, SEBAC

La mesure du **CO₂** est possible en continu si l'on utilise des cathéters à double lumière. Gottshalk et al. ont montré que la différence entre l'ETCO₂ continue mesurée lors du recours à la JVHF et la PaCO₂ mesurée dans une gazométrie artérielle prélevée simultanément était de 13,4±6,7 mmHg tandis qu'elle n'était que de 5,7±5,2mmHg en ventilation conventionnelle. (20) La différence est due à

la dilution des gaz de l'air ambiant entraînés par effet Venturi et mélangés avec le volume de reflux. Cette différence importante entre la valeur affichée lors du monitoring continu de l'ETCO₂ et la PaCO₂ au même moment nous a conduit à préférer une méthode différente afin d'éviter la survenue de cas d'hypercapnie non détectés. Dans notre étude avec le ventilateur Monsoon Acutronic III™, cinq cycles prolongés correspondant à des insufflations de 2 secondes à 20cmH₂O de pression à système ouvert, suivi d'une expiration passive de 10 secondes, reproduisant les cycles de ventilation conventionnelle, sont réalisés pour mesurer l'EtCO₂.

D. Indications de la JVHF

L'utilisation de la technique ventilatoire par JVHF est décrite dans plusieurs domaines : la chirurgie Oto-Rhino-Laryngologique (ORL), la chirurgie maxillo-faciale, en radiologie interventionnelle, en cardiologie interventionnelle, en radiothérapie stéréotaxique, en chirurgie thoracique, en réanimation pour la prise en charge du Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë (SDRA) et en endoscopie bronchique.

En **ORL**, la JVHF est utilisée lors des actes endoscopiques et lors de la laryngoscopie en suspension. Elle permet une bonne visualisation des structures laryngées et facilite le travail chirurgical. (13)

En **chirurgie maxillo-faciale**, la JVHF par voie transtrachéale en cours de procédure peut permettre d'éviter la trachéotomie chez des patients dont l'accès aux voies aériennes est prévu difficile pendant le geste opératoire. (21)

En **radiologie interventionnelle**, la JVHF est utilisée dans l'hypothèse de diminuer les mouvements ventilatoires de la cible tumorale (hépatique, rénale ou pulmonaire) lors du traitement d'ablation percutané. (5)

En **cardiologie interventionnelle**, lors des procédures d'ablation de fibrillation auriculaire, la JVHF a été utilisée. Le temps de la procédure, qui est de l'ordre de 5h en ventilation conventionnelle (VC), est réduit et le volume de l'oreillette gauche est moins soumis aux variations respiratoires dans le groupe JVHF que dans le groupe VC. (22) Une étude de Sivasambu suggère même que l'utilisation de la JVHF dans les procédures d'ablation de FA permettrait une diminution des récurrences dans ce groupe par rapport aux patients soumis à la VC. (23)

En **radiothérapie stéréotaxique**, plusieurs études chez l'homme et chez l'animal ont montré l'amélioration de la précision du geste réalisé sous anesthésie générale du fait des diminutions des mouvements des organes péri-diaphragmatiques sous JVHF en comparaison à la VC. Fritz et al. ont montré une diminution du volume irradié $\geq 20\%$ chez 19/22 patients traités pour des tumeurs pulmonaires par radiothérapie stéréotaxique et bénéficiant de la JVHF par rapport au volume irradié initialement prévu dans le cas d'une procédure réalisée sous VC. (24)

En **chirurgie thoracique**, la JVHF peut être utilisée en cas de ventilation unilatérale pulmonaire. La JVHF peut être appliquée au poumon non dépendant : elle améliore l'hématose et elle diminue l'effet shunt dans une étude sur la chirurgie de l'anévrisme de l'aorte descendante thoracique nécessitant une exclusion unilatérale pulmonaire peropératoire. (25) Des modèles expérimentaux ont montré que la

JVHF utilisée lors du traitement chirurgical des fistules broncho-pleurales permet de diminuer les fuites ventilatoires en diminuant la pression moyenne dans les voies aériennes par rapport à la VC. (26)

En réanimation dans le **traitement du SDRA**, notamment chez les patients qui ont une contre-indication relative au décubitus ventral (par exemple les traumatisés crâniens graves), la ventilation par Oscillation à Haute Fréquence (HFO) est proposée. Elle permet de maintenir une pression quasiment constante dans les voies aériennes ce qui diminue les atélectasies des alvéoles pulmonaires tout en limitant le volo traumatisme par l'application de volumes courants minimales (11). Il existe plusieurs études contradictoires sur le sujet (27) : l'étude de Young et al. ne montre pas de différence de mortalité à 30 jours chez les patients traités par VC et HFO (28), l'étude de Ferguson et al. quant à elle a dû être interrompue prématurément du fait d'une surmortalité (principalement pour des raisons hémodynamiques) des patients traités par HFO par rapport aux patients traités par VC. (29)

En **technique de sauvetage**, lorsque la ventilation au masque et l'intubation sont impossibles, l'oxygénation transtrachéale fait partie des algorithmes d'oxygénation difficile. La pose d'un cathéter en transtrachéale nécessite un apprentissage qui est rapide. La morbidité est faible. La canule transtrachéale est connectée à un injecteur manuel. Il s'agit d'une indication annexe et peu répandue. (14)

En **endoscopie bronchique**, la pose de stents sur les voies trachéo-bronchiques est délicate. En ventilation conventionnelle une apnée est nécessaire pour éviter

un déplacement du stent hors de la zone à traiter et des problèmes d'oxygénation secondaires à l'apnée sont fréquemment observés. L'équipe de Monnier et al. a décrit l'utilisation de la JVHF associée à une laryngo-suspension et une bronchoscopie souple. Les auteurs soulignent l'intérêt d'avoir en permanence la visualisation de la trachée associée à une ventilation continue du patient. Dans les cas d'obstruction des voies aériennes notamment par un processus tumoral, le barotraumatisme et l'hypoventilation étaient évités par la laryngo-suspension permanente et la visualisation du cathéter de JVHF. Dans les cas de fistules oeso-trachéales, le cathéter de jet ventilation était positionné en aval de la fistule pour éviter les risques d'insufflation gastrique. (30)

E. Complications de la JVHF

Les complications de la JVHF sont la ventilation gastrique, l'hypoventilation alvéolaire, l'hypothermie et le barotraumatisme.

Des cas de **ruptures gastriques** sont décrits. Les ruptures gastriques sont la conséquence d'un déplacement du cathéter de jet-ventilation en position œsophagienne ce qui provoque une surdistension progressive de l'estomac jusqu'à la limite de PTE réglée sur l'appareil. (12)

L'**hypoventilation alvéolaire** survient principalement chez les patients souffrant d'une broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) et/ou chez les patients obèses. Chez le patient BPCO sévère, la qualité de l'oxygénation et de la ventilation alvéolaire se dégrade du fait d'une augmentation des résistances bronchiques qui provoque une augmentation du volume de reflux à travers la

glotte dès la sortie de la canule de l'injecteur. Selon la formule $V_t = (V_d + V_e) - V_r$ une augmentation du volume de reflux se solde d'une diminution du volume courant, responsable de l'hypoventilation alvéolaire.(31) Chez le patient obèse, l'altération de la PaO_2 est la conséquence de difficultés à maintenir une Capacité Résiduelle Fonctionnelle (CRF) suffisante pour ventiler au-dessus du volume de fermeture alvéolaire du fait d'une compliance thoracique totale diminuée. Abad et al. ont montré une relation linéaire entre volume courant en JVHF et l'index de masse corporel (IMC) : le V_t décroît proportionnellement à l'augmentation du IMC. (32) La conséquence serait une hypoventilation alvéolaire responsable potentiellement d'une hypercapnie en JVHF chez les patients ayant un IMC élevé. (33)

L'hypothermie résulte de la chute de température des gaz lors de leur décompression dans la trachée qui peut atteindre 15°C. Le risque potentiel d'hypothermie survient principalement pour les interventions de plus de 30 minutes. Les nouveaux respirateurs type Monsoon Acutronic III™ possèdent un système d'humidification et de réchauffement des gaz pour prévenir ce problème.

Le **barotraumatisme pulmonaire** survient principalement en cas d'obstacle à l'expiration. Quelques cas ont été décrits lorsque l'extrémité de l'injecteur est trop distale et donc obstructive. Pour prévenir la survenue du barotraumatisme, une mesure continue de la PIP et de la PTE est recommandée. Le barotraumatisme peut être responsable d'un pneumothorax. Ces pneumothorax sont en général infra-cliniques et ne nécessitent pas de drainage. (14)

La muqueuse trachéale peut également être lésée par l'extrémité distale du cathéter et provoquer un pneumothorax ou un pneumomédiastin par lésion parenchymateuse. (34) (10)

F. Contre-indications à la JVHF

Les contre-indications de la JVHF sont relatives.

Un syndrome ventilatoire obstructif (comme la BPCO sévère) ou restrictif (comme l'obésité morbide) peuvent provoquer une hypoventilation alvéolaire en JVHF.

La JVHF est une technique validée et sûre si elle est réalisée en respectant les indications et contre-indication par des équipes formées à cette technique avec un équipement spécifique dédié. (35)

CHAPITRE II : ETUDE JET-RIP

I. INTRODUCTION

La radiologie interventionnelle est en plein essor. Les progrès techniques en imagerie permettent de traiter des tumeurs rénales, hépatiques, pancréatiques ou pulmonaires par des techniques percutanées guidées par la tomodensitométrie. Une anesthésie générale est nécessaire pour assurer l'immobilité du patient afin de réaliser ces gestes complexes et précis. L'efficacité du traitement dépend de la précision de la position de la sonde d'ablation à l'intérieur de la tumeur. (36) Les médecins radiologues procèdent à la mise en place princeps d'une aiguille tutrice 22G dans laquelle est introduite la sonde d'ablation thermique sous contrôle scanographique. Les mouvements ventilatoires compliquent la mise en place de l'aiguille tutrice puisque la cible à traiter est mobile pendant les cycles respiratoires (37). Les conséquences potentielles des répercussions des mouvements ventilatoires aux organes de contiguïté sont une augmentation de la durée de la procédure, une qualité de l'ablation tumorale diminuée ou potentiellement une dose de radiation-patient délivrée plus importante. Les lésions les plus atteintes par ce phénomène sont les lésions péri-diaphragmatiques : lobe inférieur du poumon, pôle supérieur du rein, surrénalienne et le pôle supérieur du foie.

La JVHF est un mode de ventilation mécanique spécifique qui consiste à injecter à haute fréquence et à haut débit un gaz pressurisé à travers un injecteur de faible diamètre dans les voies aériennes. Ce mode ventilatoire entraîne de faibles mouvements respiratoires. Il s'agit ici de constatations en radiologie

interventionnelle (5) (38) ou en cardiologie interventionnelle (8) (23) où l'intérêt potentiel de la JVHF par rapport à la VC n'a, pour l'instant pas été évalué de façon prospective et randomisée. (8)

L'objectif de l'étude JET-RIP est d'évaluer l'impact de la JVHF par rapport à la VC sur la durée de la première ponction dans les procédures de radiologie interventionnelle d'ablation tumorale percutanée d'organes péri-diaphragmatiques.

II. MATERIEL ET METHODE

A. Plan expérimental

L'étude était mono-centrique réalisée au Centre Hospitalier Universitaire de Strasbourg. Les procédures d'inclusion se sont déroulées entre le 12 octobre 2016 et le 1er février 2018.

L'étude était interventionnelle, prospective et randomisée.

La randomisation était effectuée au moyen d'enveloppes opaques qui déterminaient la participation du patient à l'un des deux groupes :

- ⇒ Groupe A (expérimental) : procédure réalisée sous JVHF
- ⇒ Groupe B (contrôle) : procédure réalisée sous VC

L'étude a fait l'objet d'un avis favorable de la part du Comité de Protection des Personnes « Est IV » en date du 7 Juin 2016 (n° CPP : 16/32) ainsi que d'une autorisation pour la recherche biomédicale par l'Agence Nationale de Sécurité du

Médicament et des Produits de Santé en date du 20 Juillet 2016 (n° DMDPT-BLOC/MM/2016-A0058/465).

Il n'existait pas de période d'exclusion ni d'indemnité compensatoire.

B. Critères d'éligibilité

a. Critères d'inclusion

- ⇒ Age \geq 18 ans
- ⇒ Patient nécessitant un geste thérapeutique d'ablation thermique au niveau d'une lésion tumorale de petite taille (\leq à 3cm) du lobe inférieur pulmonaire, du pôle supérieur rénal, du pôle supérieur du foie ou de la surrénale
- ⇒ Patient ayant signé un consentement éclairé

b. Critères de non inclusion

- ⇒ Contre-indication à l'utilisation des rayons X (grossesse)
- ⇒ Contre-indication à l'utilisation de la JVHF : BPCO sévère (VEMS $<$ 1500mL/s), pneumothorax récent ($<$ 1 mois), chirurgie thoracique récente ($<$ 1 mois) ou obésité morbide (IMC $>$ 40)
- ⇒ Sujet sous sauvegarde de justice, sous tutelle ou sous curatelle
- ⇒ Impossibilité de donner au patient une information éclairée (situation d'urgence, difficultés de compréhension du patient, ...)

La durée de participation à l'étude correspondait à la visite au cours de laquelle la procédure percutanée était réalisée jusqu'à la sortie de la salle de surveillance post interventionnelle. Les critères d'arrêt prématuré de la participation d'un

patient à la recherche étaient principalement liés au retrait du consentement ou à l'apparition d'un événement indésirable grave conduisant à un arrêt immédiat de la procédure.

Notre montage ventilatoire était conçu de telle manière qu'en cas de défaillance du système de JVHF, il était toujours possible de poursuivre le geste en ventilation classique.

Les patients pouvaient retirer leur consentement et demander à sortir de l'étude quand ils le souhaitaient et pour le motif de leur choix.

L'information sur l'étude avait lieu à V1 (visite d'information), après l'examen radiologique qui permettait de définir et de localiser la lésion à traiter.

L'investigateur remettait le document d'information au patient qui disposait d'un délai de réflexion suffisant avant la signature du consentement. La remise de l'information écrite était tracée dans le dossier médical du patient.

Après accord de participation du patient, l'investigateur recueillait le formulaire de consentement daté et signé, à V2, la visite d'inclusion. Un exemplaire de ce document était remis au patient. L'inclusion du patient dans la protocole Jet-RIP était tracée dans le dossier médical du patient.

C. Déroulement de l'étude

Les patients qui répondaient aux critères d'inclusion et qui avaient signé le consentement de participation à l'étude étaient randomisés dans le groupe A (JVHF) ou B (VC).

Le monitoring des patients était réalisé en salle de radiologie interventionnelle et comprenait : ECG 3 dérivations continu (Fc, battements par minute), pression artérielle non invasive par intervalle de 5 minutes (PNI, mmHg), saturation pulsée en oxygène en continu (SpO₂, %), pression partielle du dioxyde de carbone en fin d'expiration en continu (ETCO₂, mmHg), degré de curarisation estimé par un curamètre (Tof-Watch) et mesure de l'index bi-spectral en continu (BIS).

Les procédures étaient réalisées sous anesthésie générale (AG) ; l'induction et l'entretien de l'AG étaient protocolisés.

L'hypnotique utilisé était le propofol. Nous utilisons une induction et un entretien de l'anesthésie par anesthésie générale intraveineuse à objectif de concentration (AIVOC).

Le propofol, était administré en AIVOC selon le modèle pharmacocinétique de Schnider. La concentration au niveau du site effet de propofol était monitorée pendant l'induction, l'intubation puis lors de l'entretien de l'anesthésie afin de maintenir une profondeur d'anesthésie suffisante. A l'induction anesthésique, la concentration cible au site effet du propofol était réglée à 5µg/mL. Pendant l'entretien anesthésique, la concentration cible de propofol était maintenue entre 1,5 et 5µg/mL pour obtenir un BIS compris entre 40 et 60.

L'agent morphinique que nous avons choisi est le rémifentanil qui était administré en AIVOC selon le modèle pharmacocinétique de Minto.(39)

La concentration au niveau du site effet de rémifentanil était monitorée pendant l'induction, l'intubation puis lors de l'entretien de l'anesthésie afin de faire face aux différents stimuli nociceptifs qui pouvaient survenir.

A l'induction anesthésique, la concentration cible au site effet du rémifentanyl était réglée à 5ng/mL. Pendant l'entretien anesthésique, la concentration cible de rémifentanyl était maintenue entre 1 et 5ng/mL et elle était laissée à la discrétion du praticien. L'évaluation de l'équilibre nociception/anti-nociception à partir duquel la posologie de rémifentanyl était adaptée reposait sur des critères subjectifs : tachycardie/bradycardie, hypotension/hypertension. Il n'existe, à ce jour, pas de *gold standard* pour évaluer l'équilibre nociception/anti-nociception au cours d'une procédure sous anesthésie générale.(40)

La curarisation était réalisée par cisatracurium administré à la posologie de 0,5mg/kg avant l'intubation oro-trachéale. L'objectif était l'obtention d'un TOF inférieur à 2 pendant les périodes de mise en place de l'aiguille tutrice et de traitement thermique de la tumeur.

Les patients des deux groupes bénéficiaient d'une intubation oro-trachéale après l'induction anesthésique. Les patientes étaient intubées par une sonde n°7 et les hommes par une sonde n°7,5. Le choix du diamètre de la sonde pouvait varier selon la morphologie du patient.

En ce qui concerne la ventilation, à la phase initiale, les patients des deux groupes étaient ventilés en VC avec un ventilateur Dräger Primus® (l'appareil est conforme aux directives CE 93/42/CEE et 2011/65/EU du conseil européen en matière des dispositifs médicaux) avec un volume courant compris entre 6 et 8ml/kg de poids théorique et une fréquence respiratoire de 14 cycles par minute (secondairement ajustée en fonction de l'ETCO₂ pour obtenir une valeur comprise

entre 30 et 40mmHg). Le rapport temps inspiratoire sur temps expiratoire (I/E) était réglé à 1 sur 2. La fraction inspirée en oxygène FiO_2 était débutée à 40% puis ajustée à la valeur minimale suffisante pour obtenir une SpO_2 supérieure à 95%.

Par la suite, les patients inclus dans le groupe A c'est à dire le groupe JVHF sont ventilés grâce au ventilateur MONSOON III™ . Le circuit de VC mis en place après l'intubation était déconnecté du patient, le ventilateur de VC était mis en veille et un cathéter spécifique double lumière de 40cm de longueur et 2mm de diamètre était placé dans la sonde d'intubation. Le cathéter de JVHF était alors raccordé au ventilateur de JVHF avec une tubulure prévue à cet effet. La ligne de prélèvement de l' $ETCO_2$ était également branchée et permettait de surveiller, durant la procédure l'apparition d'une hypercapnie, définie par une augmentation de plus de 40% de l' $ETCO_2$ par rapport à la valeur initiale.

Le circuit de VC est laissé à proximité de la sonde d'intubation par mesure de sécurité pour pouvoir ventiler à nouveau le patient en VC si nécessaire.

La JVHF était débutée lors de la préparation du champ opératoire. Les réglages ventilatoires étaient préalablement déterminés selon notre protocole institutionnel :

- fréquence ventilatoire comprise entre 120 et 200 cycles par minute,
- pression de travail comprise entre 1 et 2 bars,
- FiO_2 à 1 puis décroissance progressive à 0,5 pour une $SpO_2 > 95\%$,
- PTE entre 5 et 10mBar (seuil de sécurité, au-delà coupure automatique du débit car risque de surpression) et
- le rapport I/E à 35% du temps total.

Durant la phase de ventilation en JVHF, l'expiration était rendue possible par l'espace entre la sonde d'intubation et le cathéter de JVHF.

A la fin de l'intervention, le cathéter de JVHF était retiré et le patient était à reventilé en VC jusqu'à l'extubation. L'ETCO₂ était relevé lors du rebranchement au ventilateur Dräger Primus®.

Les critères prédéfinis d'arrêt de la JVHF étaient :

- la désaturation supérieure ou égale à 10% par rapport à la SpO₂ de base pendant plus d'une minute ;
- l'hypercapnie réfractaire définie par une augmentation de 40% de l'ETCO₂ initiale pendant plus d'une minute malgré l'adaptation des paramètres ventilatoire de la JVHF et confirmée par un prélèvement sanguin ;
- une instabilité hémodynamique non contrôlée définie par une pression artérielle systolique (PAS) <90mmHg ou >150mmHg et/ou une fréquence cardiaque (FC) <50 ou >100/min et/ou la présence de trouble du rythme ;
- l'apparition d'un bronchospasme.

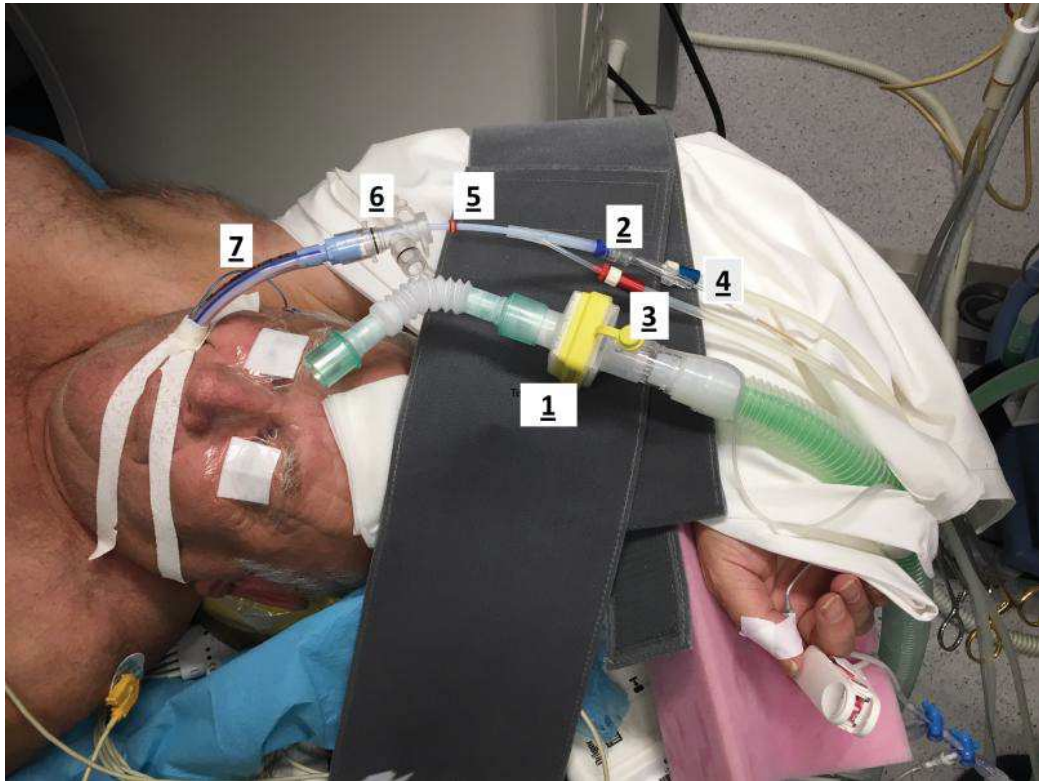


FIGURE 7 MISE EN PLACE DU CIRCUIT DE JVHF

1 : Circuit de VC; 2 : Circuit d'injection JVHF; 3 : Ligne de mesure des pressions; 4 : Raccord en Y pour mesure de l'ETCO₂; 5 : Cathéter double lumière de JVHF; 6 : Raccord coudé de bronchoscopie libre permettant l'évacuation passive des gaz; 7: Sonde d'intubation

Après mise en place de la ventilation, dans chaque groupe, l'équipe de radiologie réalisait au début de la procédure une acquisition volumétrique en tomodynamométrie de la région contenant la cible à traiter. Un repérage de la cible dans les trois plans X (latéro-latéral ou transversal), Y (antéro-postérieur) et Z (crânio-caudale ou longitudinal) était effectué.

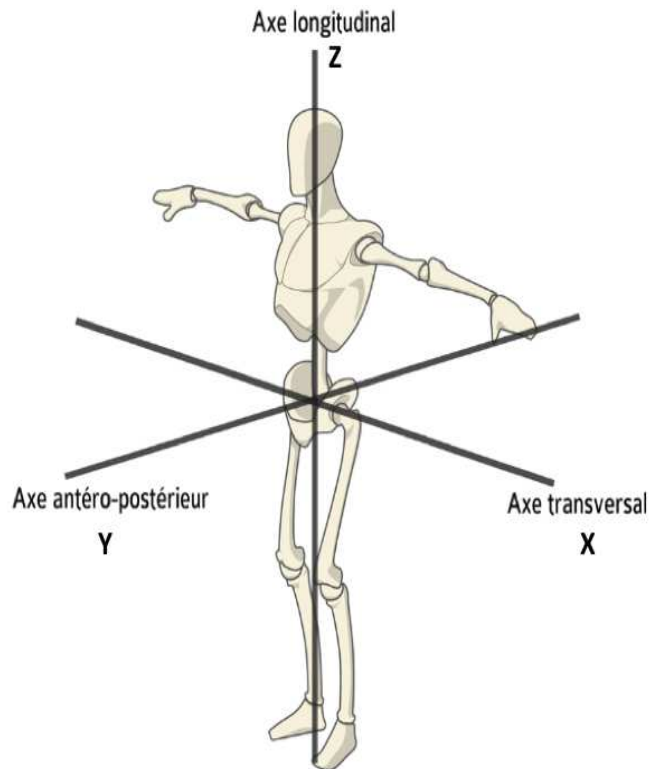


FIGURE 8 LES AXES ANATOMIQUES DE REFERENCE

X ou transversal, Y ou antéro-postérieur, Z ou longitudinal

La procédure d'ablation tumorale percutanée débutait par la mise en place d'une aiguille tutrice 22G au centre de la lésion, guidée par l'imagerie tomodensitométrique ou échographique. Une acquisition de contrôle était réalisée et une correction était effectuée si l'aiguille n'était pas placée au centre de la lésion. La sonde d'ablation de RF, CA ou MO était introduite de manière progressive dans l'aiguille tutrice. Son avancée jusqu'à la zone cible était régulièrement évaluée par acquisition TDM permettant un ajustement progressif de la trajectoire.

La procédure d'ablation thermique, était ensuite réalisée.

Le type d'ablation thermique était fonction de l'organe traité : RF et MO pour le poumon, MO pour les lésions hépatiques et CA pour les tumeurs du rein et de la surrénale.

Un contrôle scanographique était systématiquement effectué en fin de procédure pour évaluer la qualité de l'ablation tumorale ainsi que pour détecter d'éventuelles complications secondaires au geste. La procédure était recommencée si l'ablation tumorale était incomplète (moins de 5mm de marges saines) sur les images scanographiques de contrôle. La sonde d'ablation thermique était alors retirée et l'aiguille spinale était réorientée au centre de la lésion tumorale.

Après la procédure, les patients du groupe A (JVHF) et du groupe B (VC) étaient tous ventilés sur un mode volume assisté-contrôlé. Avant reventilation en VC, les patients du groupe JVHF bénéficiaient d'une dernière mesure de l'ETCO₂ par le respirateur Monsoon III™. Au branchement du patient en VC, l'ETCO₂ du respirateur Primus était relevée, puis le patient était transféré en SSPI.

Le protocole d'extubation était standardisé et réalisé dès que possible (reprise d'une ventilation spontanée, décurarisation complète, normothermie, contrôle de l'antalgie et absence de complication liée à la procédure).

Après extubation, les doses totales de propofol et de rémifentanil ainsi que la durée totale de l'anesthésie (temps entre l'induction et l'extubation) étaient relevées.

Quatre visites étaient nécessaires pour participer à l'étude : la visite d'information (J-30 à J-1), la visite d'inclusion (J- 1 à J0), la visite à J0 (procédure percutanée) et la visite de sortie à J1 (vérification de l'absence de complications par un examen

clinique fait par le radiologue).

| | Visite de sélection | Visite d'inclusion | Procédure | Visite de fin d'étude |
|---|---------------------|--------------------|-----------|-----------------------|
| | V1 | V2 | V3 | V4 |
| Visites | (J - 30 à J-1) | J0 | J0 | J1 |
| Information du patient | X | | | |
| Vérification des critères d'éligibilité | X | | | |
| Information du patient | X | | | |
| Scanner/IRM préopératoire | X | | | |
| Recueil du Consentement éclairé signé | | X | | |
| Randomisation | | X | | |
| Procédure percutanée | | | X | |
| Ventilation sous JVHF (groupe A) | | | X | |
| Ventilation Conventionnelle (groupe B) | | | X | |
| Recueil des évènements indésirables | | | X | X |

TABLEAU 1 CHRONOLOGIE DES VISITES

La **visite d'information (V1)** avait lieu lors de la consultation de radiologie interventionnelle avec un médecin radiologue. Le patient y recevait une information claire, loyale et appropriée, écrite et orale. Cette information était tracée dans le dossier médical du patient. Si le patient posait une question

spécifique concernant l'anesthésie, le médecin radiologue demandait le concours d'un médecin anesthésiste-réanimateur investigateur de l'étude.

Au cours de la **visite d'inclusion (V2)** à J0, l'anesthésiste ou le radiologue recueillait le consentement éclairé et signé du patient dans la salle d'attente précédant les salles de radiologie interventionnelle. L'exemplaire de consentement était double et l'un des feuillets était placé dans le dossier papier du patient. Le type de ventilation était déterminé par randomisation via des enveloppes opaques préalablement préparées par un organisme extérieur dans lesquelles se trouvaient le groupe de randomisation. L'enveloppe portant le numéro d'inclusion du patient était choisie selon le numéro d'inclusion chronologique du patient.

La procédure d'ablation percutanée tumorale avait lieu (V3), les différents critères de jugement ainsi que les potentiels évènements indésirables étaient recueillis. Après la procédure et après surveillance en SSPI, le patient retournait dans le service de médecine dans lequel il est hospitalisé.

La **visite de fin d'étude (V4)**, à J1 était réalisée avant la sortie du patient de l'hôpital. Elle comportait un examen clinique réalisé par le médecin radiologue qui était intervenu lors de la procédure d'ablation tumorale percutanée pour rechercher des complications tardives du geste. La durée de participation à l'étude était de 48 heures maximum et la fin du protocole de recherche correspondait à la dernière visite du dernier patient inclus dans l'étude.

D. Données collectées

L'objectif principal de l'étude est d'évaluer l'impact de la JVHF en comparaison à la VC sur la durée du temps de ponction et sur la précision de la technique d'ablation tumorale.

Le critère d'évaluation principal de l'étude JET-RIP est un critère double : évaluation du temps de ponction pour la mise en place de la première aiguille au sein de la cible (secondes) et évaluation de la précision du geste d'ablation analysé par le succès du positionnement de la première aiguille tutrice ou la nécessité de reponctionner. Nous nous sommes intéressés, pour chaque patient, uniquement à la première ponction car plusieurs lésions pouvaient être traitées au cours de la même séance et le nombre de lésions tumorales variait selon les patients.

Les objectifs secondaires de l'étude étaient de comparer l'impact de la technique de ventilation (JVHF ou VC) sur la charge de travail du médecin radiologue, sur les paramètres radiologiques per procédure, sur l'anesthésie et sur la ventilation. Les complications potentielles des modes ventilatoires respectifs étaient recueillies.

Les critères d'évaluation secondaires étaient :

- ⇒ le déplacement maximal de la cible tumorale dans les trois axes X, Y et Z (en mm) évalué durant la procédure d'acquisition tomodensitométrique de contrôle par rapport à la position de la cible sur l'acquisition initiale de repérage. La cible était repérée dans l'axe des Z par le niveau de coupe tandis que les repérages en X et Y sont définis par la coupe.

- ⇒ la dose d'irradiation totale reçue par le patient lors la procédure ablativ (mGy.cm²)
- ⇒ l'évaluation des complications liées à la procédure de ponction : pneumothorax (drainé ou non), hématome, douleur aiguë de la zone traitée
- ⇒ critères évaluant la charge de travail subjective du médecin radiologue avec mesure de l'EVA modifiée et de la NASA task load index
- ⇒ l'impact sur l'anesthésie et les complications éventuelles : épisodes d'hypotension avec nécessité d'un traitement pharmacologique, tachycardie sinusale, arythmie, bradycardie, retard de réveil, difficultés de gestion des VAS, complications liées à la position du patient, anaphylaxie (aux drogues anesthésiques, au latex...)
- ⇒ l'impact sur la ventilation et les complications éventuelles : désaturation (SpO₂<90%), limites de pression dans les voies aériennes dépassées, mesures des différentes pressions inhérentes au mode de ventilation, autre incident technique, hypercapnie, extubation inopinée, pneumothorax ou pneumomédiastin

Les données collectées pour répondre au critère d'évaluation principal et secondaires sont détaillées ci-dessous.

a. Données générales et démographiques du patient

Elles sont recueillies lors de la visite d'inclusion (V2) :

- ⇒ âge (année)
- ⇒ sexe

- ⇒ IMC (kg/m^2)
- ⇒ Constantes vitales préopératoires, recueillies à la consultation d'anesthésie: fréquence cardiaque (battements/minute), SpO_2 en air ambiant (%), fréquence respiratoire (cycles/minute) et pression artérielle (mmHg)
- ⇒ score ASA (1 à 6)
- ⇒ antécédents médicaux, notamment la recherche de BPCO avec évaluation du VEMS (mL/s), d'asthme, de syndrome d'apnée obstructif du sommeil
- ⇒ histoire de la maladie : type de lésion, taille et localisation

b. Paramètres radiologiques

Ils sont recueillis lors de la procédure (V3) :

- ⇒ temps de ponction de la première aiguille tutrice
- ⇒ précision du geste évaluée par le taux de succès de positionnement de la première aiguille
- ⇒ nombre de contrôles scanographiques pendant la phase d'insertion de la sonde
- ⇒ dose d'irradiation patient pendant la première ponction en Produit Dose Surface (PDS) ($\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$)
- ⇒ nombre de repositionnements nécessaires de la première sonde
- ⇒ nombre de ponctions nécessaires à la mise en place de la première aiguille tutrice
- ⇒ mouvements de l'aiguille tutrice en millimètres par rapport à la position initiale dans les 3 plans **X**, **Y** et **Z**. Un volume tumoral était calculé lors des

acquisitions de repérage. Un point au centre de la tumeur était marqué sur l'image. Quand l'aiguille était en place, un nouveau volume était mesuré. Le radiologue calculait la différence entre les coordonnées du point cible en X, Y et Z et l'extrémité effective de l'aiguille après mise en place et avant le début de l'ablation.

- ⇒ mouvements de la cible en millimètres dans les trois plans **X**, **Y** et **Z**. Plusieurs séries de 8 coupes d'1,2mm d'épaisseur étaient réalisées lors de l'acquisition scanographique. La position du diaphragme est à la fois en inspiration et en expiration sur ces coupes. Le radiologue calculait le nombre de coupes nécessaires pour que la cible tumorale revienne à la position à laquelle elle se trouvait lors de la première coupe. Si 3 coupes sont nécessaires, alors le déplacement maximal de la cible dans l'axe évalué sera de 3,6mm.

Des critères concernant la procédure totale sont également relevés :

- ⇒ temps de ponction total correspondant à la durée entre l'acquisition initiale et le contrôle en salle après traitement (en secondes)
- ⇒ dose totale d'irradiation délivrée au patient avant traitement (mGy.cm^2) : dose d'irradiation émise avant le début de la procédure d'ablation tumorale, quand le radiologue estime que la sonde est en place au centre de la zone à traiter
- ⇒ nécessité de répéter l'ablation thermique après le contrôle TDM de fin de procédure si les marges de sécurité péri-tumorales ne sont pas suffisantes (minimum 5mm)
- ⇒ charge de travail pour le radiologue avec l'échelle NASA Task Load Index,

une échelle multidimensionnelle permettant d'évaluer la charge de travail nécessaire à la réalisation d'une tâche (41) ainsi que l'échelle visuelle analogique (EVA) modifiée qui permet d'estimer le degré de difficulté de la procédure pour l'opérateur immédiatement après la fin de celle-ci.

| Dimension | Pôles | Description |
|---------------------|----------------|--|
| Exigence mentale | Faible / Élevé | Jusqu'à quel point les activités mentales et perceptives étaient requises pour faire la tâche? |
| Exigence physique | Faible / Élevé | Jusqu'à quel point les activités physiques étaient requises pour faire la tâche (ex., pousser, tirer, tourner, contrôler, activer, etc.) |
| Exigence temporelle | Faible / Élevé | Jusqu'à quel point avez-vous ressenti la pression du temps due au rythme ou à la vitesse à laquelle la tâche ou les éléments de tâche arrivent? |
| Performance | Faible / Élevé | Jusqu'à quel point pensez-vous que vous réussissez à atteindre les buts de la tâche tels que définis par l'expérimentateur ou par vous-mêmes? |
| Effort | Faible / Élevé | Jusqu'à quel point avez-vous eu à travailler (mentalement ou physiquement) pour atteindre votre niveau de performance? |
| Frustration | Faible / Élevé | Jusqu'à quel point vous sentiez-vous non confiant, découragé, irrité, stressé et ennuyé vs confiant, avec plaisir, content, relaxe, satisfait de vous durant la tâche? |

FIGURE 9 NASA TASK LOAD INDEX



FIGURE 10 ECHELLE VISUELLE ANALOGIQUE MODIFIEE

c. Paramètres ventilatoires per-procédure

Ces paramètres sont relevés lors de la procédure (V3) :

- ⇒ FiO₂ administrée (%)
- ⇒ fréquence respiratoire (insufflations par minute)
- ⇒ volume courant expiré (ml) (VC)
- ⇒ ventilation minute (litres par minutes)
- ⇒ les pressions dans les voies aériennes (mbar) toutes les 30 minutes selon les groupes :

- Groupe Jet ventilation : pression des voies respiratoires (PIP), pression de pause (PP), pression de travail
- Groupe ventilation standard : pression de crête, pression de plateau, PEP

d. Paramètres hémodynamiques

Ces paramètres sont relevés à J0 lors de la procédure :

- ⇒ nombre d'épisodes d'hypotension artérielle systolique (< 90mmHg)
- ⇒ nombre d'épisodes de bradycardie (<50 battements/minute)
- ⇒ nombre d'épisodes de tachycardie sinusale (> 100 battements/minute)
- ⇒ nombre d'épisodes d'arythmie de novo
- ⇒ nécessité d'un traitement par catécholamines

e. Données générales de l'anesthésie

Ces paramètres sont relevés à J0 lors de la procédure :

- ⇒ durée totale de l'anesthésie de l'induction à l'extubation
- ⇒ doses totales de propofol (mg), rémifentanyl (µg) et cisatracurium (mg)

- ⇒ température en fin de procédure
- ⇒ présence d'une complication anesthésique non spécifique : anaphylaxie, complications liées à la posture, difficulté de gestion des voies aériennes. Chaque complication fait l'objet d'une déclaration en événement indésirable.

E. Analyses statistiques

a. Méthodes statistiques prévues

Les analyses statistiques de l'étude JET-RIP comprennent une phase descriptive et une phase inférentielle qui utilise des techniques bayésiennes.

Les variables quantitatives sont décrites via des statistiques usuelles de position et de dispersion qui comprennent la moyenne, la médiane et l'écart type.

Les variables qualitatives sont décrites avec les effectifs et les proportions de chaque modalité. Des proportions cumulées sont également calculées pour les variables à plus de deux modalités.

Le caractère Gaussien des variables quantitatives est évalué grâce au test de Shapiro-Wilk. Si les conditions d'application sont respectées, le lien entre deux variables quantitatives est évalué à l'aide du test de corrélation linéaire de Pearson. Dans le cas contraire, un test de corrélation de Spearman est réalisé. Enfin, pour le croisement entre plusieurs variables qualitatives, le test paramétrique du Chi2 est utilisé si les conditions d'application le permettent. Si elles ne le permettent pas, le test exact de Fisher est réalisé.

Le risque de première espèce alpha est fixé à 5% pour toutes les analyses.

L'ensemble des analyses est réalisé sur le logiciel R dans sa version 3.1. (R Development Core Team (2008)).

b. Nombre de patients à inclure et justification statistique

L'hypothèse *a priori* est que le temps opératoire moyen actuel est de 15 à 30 minutes avec des temps allant de 5 à 45 minutes et que l'utilisation de la JVHF permettra un gain de temps de 25%.

Ces informations permettent de déterminer les éléments nécessaires au calcul du nombre de sujets nécessaires selon la méthode de Joseph (42), en utilisant comme critère la longueur moyenne de l'intervalle de crédibilité de la différence entre deux moyennes.

Pour le calcul, nous avons besoin de la longueur moyenne de l'intervalle de crédibilité de la différence entre deux moyennes souhaitées, disons L , des paramètres des lois gamma *a priori* placées sur les précisions (éventuellement identiques) des lois normales suivies dans chacun des deux groupes par les mesures des temps, a_1, b_1 et a_2, b_2 , et des effectifs sur lesquels cette connaissance préalable est établie, n_{01} et n_{02} .

Si les temps avec la technique actuelle vont de 5 à 45 minutes (disons dans 99% des cas), on peut estimer que la distribution normale a pour moyenne 25 minutes (centre) et un écart-type de 7,8 minutes (donnant les percentiles 0,5% et 99,5% à 5 et 45). Nous avons donc la précision de la loi normale suivie par les temps dans le groupe sans Jet Ventilation : $1/7,82 = 0,01644$. On cherche ensuite les paramètres de la loi gamma placée sur cette précision. Nous voulons une loi gamma dont la moyenne est 0,01644 et l'écart-type de l'ordre de 0,0015

(permettant d'obtenir une distribution sur la variance dont la moyenne est 61 et l'écart-type de 5, valeur jugée raisonnable). Nous obtenons alors pour a_1 120 et pour b_1 7.305. Un temps moyen pour la technique actuelle, compris entre 15 et 30 minutes correspond à une moyenne de 22,5 et, en gardant un écart-type de 7,8, un effectif sur lequel cet intervalle autour de la moyenne est construit de 5,9, disons $n_{01}=6$.

Dans le groupe Jet Ventilation, nous supposons que l'information disponible vient d'un échantillon de taille minimum, soit $n_{02}=1$. La moyenne des temps opératoires va diminuer de 25% tout en gardant une variance identique. Donc les paramètres de la loi gamma *a priori* sur la précision sont les mêmes que dans l'autre groupe. La différence attendue de moyenne entre les deux groupes est de 6,25. Pour que nous puissions conclure à un gain significatif, 0 ne doit pas se trouver dans l'intervalle de crédibilité autour de cette valeur de différence. Par sécurité, nous utilisons une longueur $L=6$. Munis de ces différents éléments $L=6$, $a_1=120$, $b_1=7305$, $a_2=120$, $b_2=7305$, $n_{01}=6$, $n_{02}=1$, on trouve que le nombre de sujets à inclure est de 49 par groupe. Par sécurité, il est décidé d'inclure 50 sujets par groupe. La randomisation de ces sujets dans les deux groupes se fera par blocs équilibrés de 10 patients.

c. Critères statistiques d'arrêt de l'essai

L'étude est analysée par inférence bayésienne. Le critère de jugement est immédiatement disponible et la randomisation des sujets est équilibrée tous les 10 patients ce qui permet de réaliser des analyses intermédiaires tous les 10 patients sans soucis de la correction du risque alpha. La méthode de Cheng et

Shen (43), qui définit un coût total issu d'une fonction de perte à l'arrêt de l'étude (C_{stop}) lors d'une analyse donnée et un coût total à sa poursuite (C_{cont}), est utilisée.

Lors de chaque analyse intermédiaire, nous cumulons l'ensemble des données recueillies et les coûts sont calculés :

1- si $C_{\text{stop}} \leq C_{\text{cont}}$, alors l'étude est arrêtée. L'analyse des données (mais il s'agit alors de l'analyse finale) est réalisée et la conclusion sur le rejet ou non de l'hypothèse nulle est retenue ;

2- dans le cas contraire, l'étude se poursuit et une nouvelle analyse sera réalisée à la fin de l'inclusion du bloc suivant.

Néanmoins, pour utiliser cette méthode, différents paramètres doivent être fixés :

⇒ un paramètre appelé δ qui est la moyenne de la loi normale *a priori* placée sur la différence des moyennes entre les deux bras de l'étude. Ici on a supposé que cette différence serait de 6,25 ;

⇒ les risques de second espèce (accepter à tort l'hypothèse nulle) et de première espèce (rejeter à tort l'hypothèse nulle) peuvent être fixés respectivement à 0,20 et 0,025 et permettent de calculer le rapport entre le coût à rejeter à tort l'hypothèse nulle et le coût à l'accepter à tort : K_0/K_1
= 39 ;

⇒ le coût K_2 représente le coût à inclure un sujet. Il est choisi très en dessous des coûts K_0 et K_1 et en général, il varie de $0,1^5$ à $5,0,1^5$ (dans des analyses de sensibilité).

III. RESULTATS

Les résultats présentés ci-dessous sont ceux de l'analyse finale de l'étude JET-RIP.

20 patients ont été inclus dans chaque groupe soit un total de 40 patients.

Concernant le critère principal de jugement "temps de ponction pour la mise en place de l'aiguille", les coûts en valeurs sont difficiles à interpréter mais on peut les positionner les uns par rapport aux autres : le coût à accepter à tort H_0 est 245, le coût de la rejeter à tort est de $1,2 \cdot 10^{-3}$, alors que le coût à continuer l'étude est de $1,8 \cdot 10^{-3}$. Le coût à continuer est inférieur au coût à arrêter, on calcule alors une puissance prédite, qui est proche de 1. La différence est en dehors de la zone de rejet en faveur de la technique JVHF. La décision prise a donc été, avec une puissance proche de 1, **d'arrêter l'étude et de conclure à la supériorité de la JVHF** en termes de temps de ponction.

L'étude JET-RIP est donc arrêtée après deux analyses intermédiaires qui montrent une supériorité de la JVHF par rapport à la VC concernant le critère de jugement principal. 40 patients ont été inclus durant cette période.

La période d'inclusion s'est déroulée entre le 12 octobre 2016 et le 1^{er} février 2018.

Les critères démographiques

Les caractéristiques démographiques de la population sont présentées ci-dessous. La dernière colonne correspond à l'intervalle de crédibilité à 95% (IC 95%) concernant la différence entre les deux groupes.

| | | Groupe VC | Groupe JVHF | IC 95% |
|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|
| Effectif | (n) | 20 | 20 | |
| Age (années) | | 60,6 | 64,1 | [-5,6;12,4] |
| Sexe masculin | Effectif (n) | 13 | 11 | |
| Sexe féminin | Effectif (n) | 7 | 9 | |
| Sexe féminin | % | 35,58 [17,42;56,13] | 44,51 [24,47;65,56] | [-18,73;36,64] |
| IMC (kg/m2) | Médiane | 25,99 [23,93; 27,95] | 27,2 [25,23; 29,22] | [-1,5;4] |
| Score ASA | Médiane | 2,35 [2,0 ;2,6] | 2,55 [2,27; 2,81] | [-0,17;0,57] |
| | I | 11,29% [2,01; 27,04] | 2,25% [0,00; 11,10] | |
| | II | 43,28% [24,13; 63,67] | 46,25% [24,18; 63,57] | |
| | III | 43,16% [23,66; 63,74] | 52,27% [32,49; 71,91] | |
| | IV | 2,26% [0,00; 11,23] | 2,22% [0,00; 11,05] | |
| BPCO | Effectif | 0 | 2 | |
| BPCO | % | 3,00 [0,29;14,35] | 7,69 [1,29 ;23,6] | [-7,26;19,37] |
| Localisation de la lésion | Hépatique % | 69,64% [49,06; 86,73] | 59,89% [38,58; 79,13] | [-18,03;36,74] |
| | Hépatique effectif (n) | 14 | 13 | |
| | Pulmonaire % | 15,78% [4,11; 33,68] | 29,93% [13,30; 51,01] | [-38,06;9,3] |
| | Pulmonaire effectif (n) | 3 | 6 | |
| | Surrénale % | 5,34% [0,37; 17,19] | 7,16% [0,95; 19,84] | [-15,13;11,07] |
| | Surrénale effectif (n) | 1 | 1 | |
| | Rénale % | 9,14% [1,25; 24,28] | 4,09% [0,29; 14,28] | [-7,15;20,6] |
| | Rénale effectif (n) | 2 | 0 | |
| Taille de la lésion (mm) | | 15,86 [12,99 ; 18,67] | 17,88 [15,02; 20,75] | [-2,01;6,08] |
| Technique d'ablation | Radiofréquence % | 30,36% [13,24; 51,11] | 44,65% [24,91;64,94] | [-41,12;13,7] |
| | Cryothérapie % | 14,84% [3,77; 32,15] | 12,21% [2,63; 27,97] | [-15,88;21,96] |
| | Micro-ondes % | 54,45% [33,29; 74,65] | 45,40% [25,56;65,83] | [-19,44;36,94] |

**TABLEAU 2 CARACTERISTIQUES DEMOGRAPHIQUES
DE LA POPULATION DANS CHAQUE GROUPE**

Il n'existe aucune différence significative entre les deux groupes concernant les caractéristiques démographiques des patients inclus.

Les critères « radiologiques »

Le temps de ponction médian de la mise en place de la première aiguille tutrice est significativement plus court dans le groupe JVHF par rapport au groupe VC : 317,7 [192,0 ; 442,0] secondes versus 552,2 [430,2 ; 675,3] secondes avec un intervalle de crédibilité (IC) à 95% [293,5 ; 408,2].

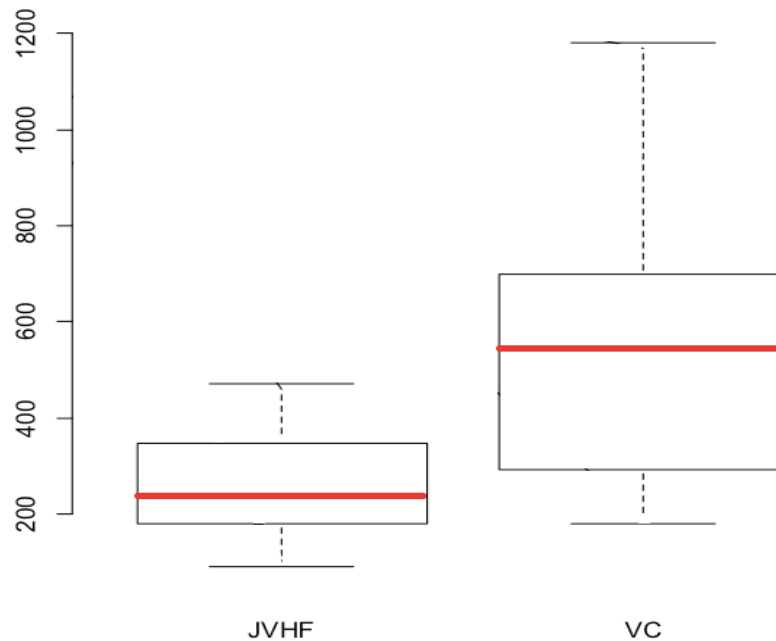


FIGURE 11 BOXPLOTS DES MEDIANES DE TEMPS DE PONCTION SELON LES DEUX TECHNIQUES : JVHF & VC

L'analyse statistique d'arrêt prémature d'étude n'a été menée que sur le critère de la réduction du temps de ponction. Le critère « nombre de ponctions nécessaires » n'est pas pertinent car tous les sujets ont eu un seul essai sauf un sujet du groupe VC qui en a eu deux. Il n'y a aucune différence significative entre les deux groupes concernant le nombre de ponctions nécessaires dans l'étude.

Les résultats de l'ensemble des critères radiologiques sont présentés ci-dessous. Les résultats sont présentés avec leur intervalle de crédibilité à 95% et la

dernière colonne correspond à l'intervalle de crédibilité à 95% de la différence entre les deux groupes. Les différences statistiquement significatives sont notifiées en rouge.

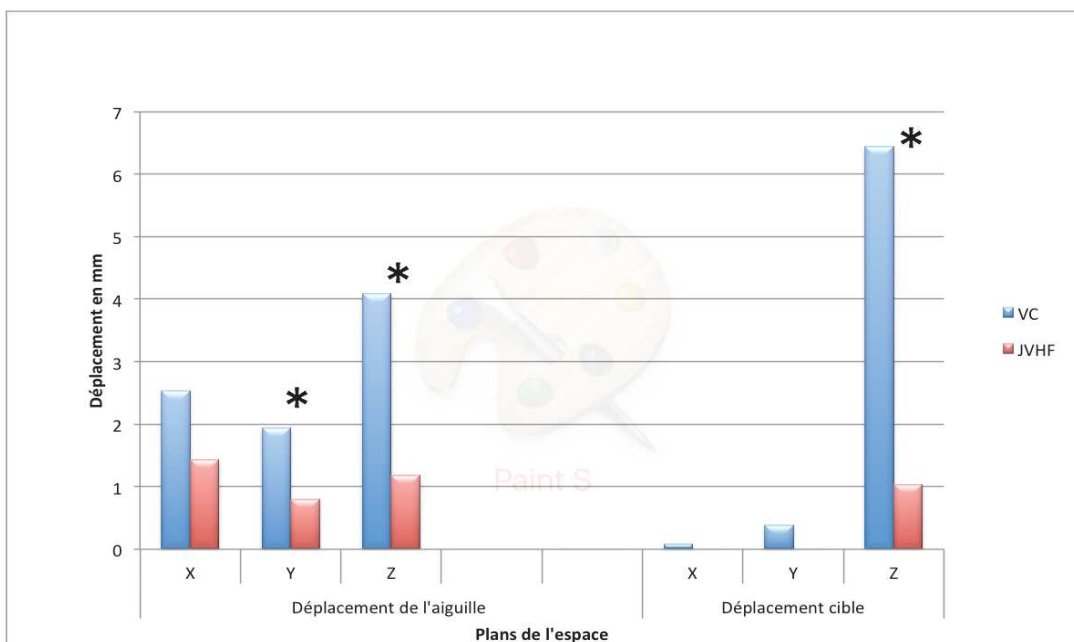
| | | Groupe VC | Groupe JVHF | IC 95% |
|---|---------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|
| Temps de ponction de la première sonde (s) | Médiane | 552,2 [430,2 ; 675,3] | 317,7 [192,0 ; 442,0] | [293,5; 408,2] |
| Succès de la première ponction | % | 95,17% [83,18; 99,75] | 96,42% [87,00; 99,78] | [-13,3; 9] |
| Nombre de ponction nécessaire | Médiane | 1,05 [0,97 ; 1,12] | 1,00 [0,92 ; 1,07] | [-0,15;0,05] |
| Nombre de scanner (phase d'insertion) | Médiane | 7,52 [4,34; 10,74] | 8,97 [5,89 ; 12,06] | [-3;5,93] |
| PDS pendant la première ponction (mGy.cm2) | Médiane | 217,13 [116,39 ; 318,17] | 214,32 [105,29 ; 320,75] | [-147,61;142,8] |
| Nécessité de repositionnement de la première sonde (oui) | % | 1,24 [0,29 ; 2,20] | 0,25 [-0,71 ;1,21] | [-2,35;0,33] |
| Mouvement de l'aiguille (mm) | X Médiane | 2,54mm [1,71; 3,39] | 1,43mm [0,58; 2,27] | [-0,08;2,32] |
| | Y Médiane | 1,94mm [1,18; 2,36] | 0,80mm [0,02; 1,59] | [1,18;2,69] |
| | Z Médiane | 4,09mm [3,07; 5,11] | 1,18mm [0,15; 2,22] | [1,49;4,36] |
| Déplacement de la cible dans les trois plans (mm) | X Médiane | 0,09 [-0,04 ; 0,24] | 0,00 [-0,14 ; 0,14] | [-0,3;0,1] |
| | Y Médiane | 0,39 [-0,04 ; 0,84] | 0,00 [-0,44 ; 0,44] | [-1,01;0,24] |
| | Z Médiane | 6,44 [5,05;7,85] | 1,04 [-0,32;2,45] | [-7,3;-3,44] |
| Temps de ponction totale (s) | Médiane | 2837 [1976 ; 3699] | 2319 [1450 ; 3192] | [-1756;706] |
| Dissection (oui) | % | 49,36 [28,99; 69,84] | 30,09 [13,38; 51,70] | [-45,57;9,8] |
| Nécessité de répéter l'ablation après le contrôle TDM en fin de procédure (oui) | % | 18,12 [5,92 ; 37,90] | 1,47 [0,05 ; 11,00] | [-35,53;-2,37] |
| NASA task load index | Exigence mentale | 5,95 [5,15; 6,73] | 3,74 [2,95 ; 4,52] | [-3,32;-1,06] |
| | Exigence physique | 4,37 [3,66 ; 5,07] | 2,42 [1,72 ; 3,13] | [-2,95;-0,96] |
| | Exigence temporelle | 5,21 [4,54 ; 5,88] | 2,89 [2,21 ; 3,57] | [-3,27;-1,36] |
| | Performance | 6,09 [5,00 ; 7,17] | 5,31 [4,23 ; 6,39] | [-2,33;0,74] |

| | | | | |
|--------------|-------------|------------------------|---------------------|-----------------------|
| | Effort | 5,78 [5,08; 6,49] | 2,95 [2,22;3,75] | [-3,84;-1,86] |
| | Frustration | 4,05 [3,07;5,02] | 2,26 [1,28;3,23] | [-3,16;-0,42] |
| | Total | 31,47 [27,65;35,27] | 19,56 [15,88;23,27] | [-17,05;-6,64] |
| EVA modifiée | Médiane | 5,79 [5,02;6,58] | 3,26 [2,46;4,05] | [-3,66;-1,45] |

TABLEAU 3 CARACTERISTIQUES RADIOLOGIQUES DANS CHAQUE GROUPE

Le déplacement de l'aiguille est significativement moins important dans l'axe des Y (différence entre les deux groupes avec IC 95% [1,18; 2,69]) et dans l'axe des Z (différence entre les deux groupes IC 95% [1,49; 4,36]) dans le groupe JVHF que dans le groupe VC. Le déplacement de la cible est significativement moins important dans l'axe des Z dans le groupe JVHF que dans le groupe VC (IC 95% de la différence entre les deux groupes [-7,3; -3,44]).

La nécessité de répéter l'ablation tumorale après contrôle TDM en fin de procédure était plus important dans le groupe VC (18,12% [5,92 ; 37,90]) que dans le groupe JVHF (1,47% [0,05 ; 11,00]) avec un IC 95% de la différence à [-35,53;-2,37].



**FIGURE 12 DIAGRAMMES REPRESENTANTS LES MEDIANES DE
MOUVEMENTS DANS LES DEUX GROUPE (*différence significative)**

La charge de travail du médecin radiologue

On note également une différence significative de la NASA Task Load Index (0-10) concernant l'exigence mentale (5,95 [5,15; 6,73] dans le groupe VC vs 3,74 [2,95 ; 4,52] dans le groupe JVHF avec une différence entre les deux groupes IC 95% [-3,32;-1,06]), l'exigence physique (4,37 [3,66 ; 5,07] en VC vs 2,42 [1,72 ;3,13] en JVHF avec une différence entre les deux groupes IC 95% [-2,95;-0,96]), l'exigence temporelle (5,21 [4,54 ; 5,88] en VC contre 2,89 [2,21; 3,57] en JVHF avec un IC à 95% de la différence à [-3,27;-1,36]), l'effort (5,78 [5,08; 6,49] en VC et 2,95 [2,22;3,75] en JVHF avec un IC à 95% de la différence [-3,84;-1,86]). Le score total de la NASA Task Load Index est moins élevé dans le groupe JVHF (19,56 [15,88;23,27]) que dans le groupe VC (31,47 [27,65;35,27]), avec un IC à 95% de la différence entre les deux groupes suivant : [-17,05;-6,64].

Il existe également une différence significative en ce qui concerne la médiane de l'EVA modifiée estimant la sensation subjective de difficulté du geste du médecin radiologue, qui est plus faible dans le groupe JVHF (3,26 [2,46;4,05]) que dans le groupe VC (5,79 [5,02;6,58]) avec un IC à 95% de la différence significatif ([-3,66;-1,45]).

Les critères anesthésiques

Les résultats de l'ensemble des critères anesthésiques sont présentés ci-dessous.

| | | Groupe VC | Groupe JVHF | IC 95% |
|--------------------------------|---------|----------------------------|----------------------------|-------------------|
| Durée anesthésie (minutes) | Médiane | 179,13 [146,71;211,88] | 174,39 [141,00;208,45] | [-51,33; 42,68] |
| Dose totale propofol (mg) | Médiane | 1444,64 [1223,34; 1699,83] | 1346,34 [1137,02; 1584,62] | [-216,9; 422,94] |
| Dose totale rémifentanyl (µg) | Médiane | 1398,84 [1005,92; 1647,98] | 1096,64 [843,06; 1420,29] | [-216,86; 604,14] |
| Dose totale cisatracurium (mg) | Médiane | 15,37 [13,03; 18,20] | 17,35 [14,80; 20,23] | [-5,62;1,66] |

TABLEAU 4 PARAMETRES ANESTHESIQUES DANS LES DEUX GROUPES

Les critères ventilatoires

Les paramètres ventilatoires au cours du temps sont décrits dans les tableaux ci-dessous pour le groupe JVHF et pour le groupe VC. Les intervalles de confiance (IC₉₅) à 95% sont précisés entre crochets.

| | T0 | 30 min | 60 min | 90 min |
|---------------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Groupe JVHF | Médiane | Médiane | Médiane | Médiane |
| Fréquence (cpm) | 170,56 [152,91; 188,85] | 168,2 [148,92;187,32] | 178,34 [163,15;193,27] | 179,24 [163,22;195,98] |
| Volume courant (ml) | 74,92 [36,02;114,35] | 50,06 [43,18;56,83] | 47,59 [39,62;55,39] | 45,67 [29,28;61,96] |
| Ventilation minute (l/min) | 7,87 [6,94;8,81] | 10,86[4,74;17,03] | 12,03 [2,56;21,78] | 8,34 [5,5;11,18] |
| Pression de travail (bar) | 2,12 [0,7;3,55] | 1,46 [1,32;1,61] | 1,72 [0,93;2,49] | 1,33 [1,02;1,64] |
| Pression Inspiratoire positive (mbar) | 7,19 [5,04;9,36] | 7,74 [5,55;9,93] | 6,68 [3,97;9,4] | 4,16 [1,9;6,49] |
| Pression de Pause (mbar) | 9,6 [7,03;12,24] | 9,53[6,58;12,51] | 8,26 [5,61;10,9] | 7,16 [4,04;10,3] |
| FiO ₂ | 79,31 [73,1;85,33] | 66,94 [62,27;71,68] | 64,53 [59,06;70,1] | 67,48 [59,47;75,3] |

TABLEAU 5 EVOLUTION DES PARAMETRES VENTILATOIRES AU COURS DU TEMPS DANS LE GROUPE JVHF

| | T0 | 30 min | 60 min | 90 min |
|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Groupe VC | Médiane | Médiane | Médiane | Médiane |
| Fréquence (cpm) | 13,46 [12,63;14,28] | 13,15 [12,3;13,99] | 13,1 [12,34;13,88] | 13,74 [12,31;15,19] |
| Volume courant (ml) | 432,87 [401,89;463,92] | 448,21 [429,96;466,03] | 446,41 [427,41;465,69] | 434,01 [406,55;462,16] |
| Ventilation minute (l/min) | 8,25 [3,94;12,56] | 10,8 [3,87;17,64] | 8,05 [3,73;12,41] | 9,13 [1,94;16,76] |
| Pression de crête (mbar) | 17,6 [15,84;19,32] | 18,21 [16,63;19,8] | 18,53 [16,78;20,29] | 18,67 [15,95;21,47] |
| Pression de plateau (mbar) | 12,75 [11,33;14,18] | 12,44 [10,83;14,12] | 12,58 [10,9;14,28] | 12,35 [9,99;14,74] |
| PEP (mbar) | 6,16 [5,04;7,25] | 6,56 [5,11;7,94] | 6,63 [5,1;8,17] | 5,99 [4,82;7,13] |

TABLEAU 6 EVOLUTION DES PARAMETRES VENTILATOIRES AU COURS DU TEMPS DANS LE GROUPE VC

Les complications potentielles

Concernant la survenue de complications, le tableau ci-dessous présente les cas de pneumothorax, les paramètres ventilatoires et hémodynamiques. L'intervalle de crédibilité à 95% de la différence entre les deux groupes est présenté dans la dernière colonne.

| | | Groupe VC | Groupe JVHF | IC 95% |
|--|----------|----------------------|----------------------|-----------------|
| Pneumothorax | Effectif | 2 | 5 | |
| Pneumothorax | % | 10,20 [1,41; 26,45] | 24,80 [9,02; 45,26] | [-7,92;37,31] |
| SpO ₂ en fin de procédure | % | 98,70 [97,92; 99,50] | 97,85 [97,06; 98,63] | [-0,27; 1,99] |
| Episodes hypotension artérielle | % | 80,41 [61,13; 92,92] | 90,37 [73,12; 98,06] | [-10,61; 30,3] |
| Utilisation catécholamines | % | 64,34 [42,96; 82,78] | 45,86 [26,10; 66,41] | [-10,59; 45,66] |
| ETCO ₂ en fin de procédure (mmHg) | Médiane | 34,75 [31,62; 38,02] | 34,91 [31,62; 38,20] | [-4,69; 4,29] |
| Ventilation minute (l/min) | Médiane | 8,79 [5,16; 12,37] | 9,13 [5,58; 12,73] | [-5,37;4,7] |
| SpO ₂ en fin de procédure | % | 98,70 [97,92; 99,50] | 97,85 [97,06; 98,63] | [-0,27; 1,99] |
| FiO ₂ moyenne | % | 46,90 [43,02; 51,05] | 70,81 [66,69; 74,66] | [-29,25; -18,2] |

TABLEAU 7 COMPLICATIONS EVENTUELLES LIEES A LA PROCEDURE

L'ETCO₂ mesuré sur l'appareil de JVHF à la fin de la procédure et l'ETCO₂ mesurée lors du rebranchement à l'appareil de VC après arrêt de la ventilation par JVHF sont représentés dans le graphique ci-dessous. Le coefficient de corrélation de Pearson est de 0,939 avec un IC à 95% [0,845 ; 0,977].

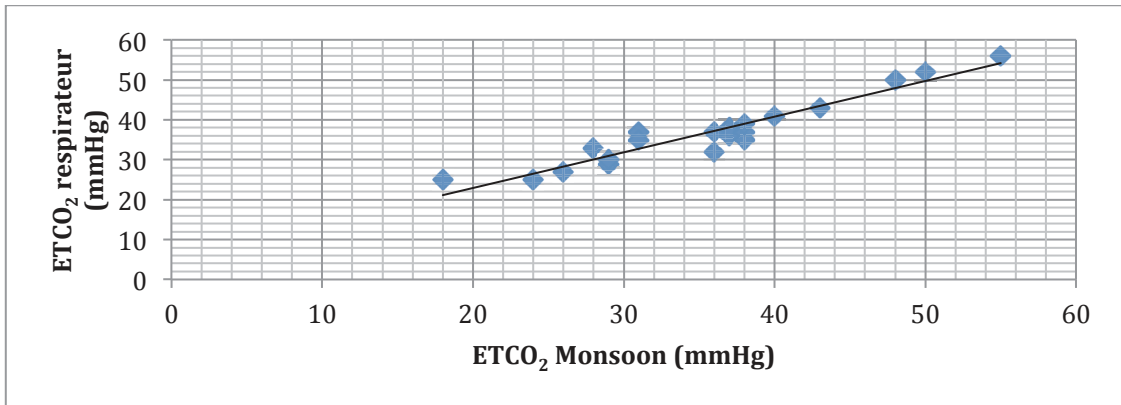


FIGURE 13 CORRELATION ENTRE ETCO₂ MESUREE EN FIN DE PROCEDURE SUR LE MONSOON®

IV. DISCUSSION

Notre étude a montré que l'utilisation de la JVHF est associée à une réduction significative du temps de ponction de la première aiguille : 317,7 secondes pour le groupe JVHF contre 552,2 secondes dans le groupe ventilation conventionnelle avec une différence de 234,9 secondes en faveur du groupe JVHF (IC à 95% [293,5 ; 408,2]).

Le critère de jugement principal était un critère double : la mesure du temps de ponction de la première aiguille pour atteindre la cible tumorale à traiter et l'évaluation de la précision du geste en analysant le taux de succès de positionnement de la première aiguille.

Hormis pour 1 patient dans le groupe VC qui a nécessité deux ponctions, les 39 autres patients inclus dans l'étude ne nécessitaient qu'une seule ponction d'aiguille tutrice.

La décision d'arrêt d'étude n'a pas été menée sur ce critère de jugement, trop peu discriminant. Ce critère d'efficacité n'était pas retenu pour le calcul du nombre de sujets à inclure. Le critère de jugement concernant la précision du geste est, *a posteriori*, peu pertinent pour la mise en évidence d'une différence statistique significative entre les 2 groupes de ventilation, la puissance de notre population est trop faible. L'explication de ce résultat peu probant est apportée par le niveau d'expertise de l'équipe de radiologie interventionnelle de notre hôpital qui réalise environ 250 gestes d'ablation tumorale percutanée par an. Les médecins de radiologie interventionnelle sont habitués à s'adapter aux contraintes imposées par les mouvements respiratoires. Pour pallier à cette difficulté, la courbe de capnographie est systématiquement reportée sur les écrans de la salle

d'intervention lorsque le patient est ventilé en VC. Pendant la phase de mise en place de l'aiguille tutrice au niveau de la cible à traiter, les mobilisations d'aiguille se font en période télé-expiratoire, minimisant ainsi l'impact des mouvements ventilatoires. Les médecins radiologues impliqués dans cette étude ont tous été formés aux techniques d'ablation percutanée de tumeurs chez des patients sous VC.

La précision n'est que peu impactée par le mode ventilatoire car l'équipe est hautement performante. La puissance de notre étude est insuffisante pour démontrer une différence en termes de succès de ponction dans notre équipe. Il serait intéressant d'évaluer le bénéfice supposé de la JVHF dans des équipes moins entraînées ou avec des médecins juniors qui débutent la pratique d'ablation tumorale percutanée afin d'observer si la JVHF permet, ou non, une amélioration de la précision du geste dans cette population.

Notre étude est exposée à un biais d'effet centre : les ablations tumorales percutanées dans notre centre sont effectués systématiquement par de médecins seniors hautement performant dans des gestes devenu quasiment quotidiens dans notre équipe. L'imputabilité extrinsèque de l'étude est diminuée par l'absence d'évaluation dans d'autres centres, dont les pratiques divergent éventuellement de la nôtre.

Parmi les critères de jugement secondaires, nous avons comparé sur de coupes scanographiques réalisées en perprocédure les déplacements dans les trois axes (X, Y et Z) de la cible à traiter. Dans l'étude de Denys et al., destinée à évaluer la possibilité de réaliser des ablations tumorales sous JVHF, les mouvements

rapportés de la cible à traiter étaient de 0,3mm dans l'axe X, Y et Z. Ces mouvements étaient inférieurs à l'épaisseur de coupe en tomodensitométrie qui était de 3,75mm dans leur étude(5). Dans notre étude, la taille de la coupe était moindre, de 1,2mm. Les déplacements de la lésion à traiter (cible) dans l'étude Jet-RIP sont plus faibles dans l'axe cranio-caudal ou axe des Z dans le groupe JVHF que dans le groupe VC et la différence médiane était supérieur à la taille de coupe scannographique. Les mouvements diaphragmatiques se font majoritairement l'axe craniocaudal (Z) ce qui renforce l'hypothèse que la JVHF minimise les mouvements des lésions péri-diaphragmatiques en diminuant les mouvement ventilatoires.(37) Les mouvements dans l'axe des X et des Y pourraient être expliqués par la forme convexe des coupes diaphragmatiques. Les mouvements sont plus importants dans l'axe des Z que sur les deux autres axes, dans les deux groupes de ventilation, confirmant que le mouvement diaphragmatique induit par la ventilation artificielle se fait principalement sur un axe cranio-caudal.

La diminution significative du temps de ponction pour atteindre la cible tumorale que nous avons mise en évidence dans le groupe JVHF est vraisemblablement liée à la réduction de la mobilité de la cible à traiter dans le groupe JVHF.

Concernant le mouvement moyen de l'aiguille, il existe une différence significative dans l'axe des Z (longitudinal) et dans l'axe des Y (antéro-postérieur) en faveur d'une diminution du mouvement sous ventilation par JVHF.

Cette différence statistiquement significative du mouvement de l'aiguille tutrice expliquerait la différence significative concernant la nécessité de répéter

l'ablation tumorale entre les deux groupes (moins fréquente dans le groupe JVHF). La qualité de l'ablation serait donc améliorée dans le groupe JVHF. Par ailleurs, on note une tendance statistique en faveur du groupe JVHF concernant la nécessité de repositionner la première sonde mais la puissance de notre étude ne permet pas de le prouver.

La charge de travail du radiologue lors de l'ablation tumorale percutanée était évaluée par l'échelle de la NASA Task Load Index (41). Les résultats suggèrent que l'utilisation de la JVHF était associée à une diminution de l'exigence mentale, l'exigence physique, l'exigence temporelle, l'effort nécessaire et la frustration ressentie du radiologue par rapport aux patients ventilés par VC.

L'explication de la diminution de la charge de travail est apportée par la diminution des mouvements de la cible à traiter dans le groupe JVHF. Le radiologue peut se concentrer sur le geste à réaliser sans avoir besoin de coordonner la progression de l'aiguille avec les mouvements respiratoires du patient. La lecture de la courbe de capnographie par le radiologue est intéressante et précise pour déterminer à quel moment du cycle respiratoire se trouve le patient mais cette méthode est chronophage et ajoute un élément supplémentaire à contrôler par l'opérateur ce qui peut majorer la fatigabilité et augmenter la charge de travail. Nous n'observons pas de différence significative concernant l'évaluation de la performance ressentie par le radiologue. L'absence de différence pour cet item précis de la NASA Task Load Index concorde avec l'absence de différence en ce qui concerne l'objectif analysant la performance via le succès du positionnement de la première aiguille au sein de la cible tumorale. Cet élément conforte notre idée que l'équipe de radiologie interventionnelle

intervenant dans notre étude est hautement performante et entraînée. Il faut néanmoins préciser que la NASA Task Load et l'EVA modifiée sont des échelles subjectives d'évaluation ce qui peut être à l'origine d'un biais d'évaluation si le radiologue qui évalue son travail à la fin du geste préfère une des techniques de ventilation.

Les opérateurs et les anesthésistes connaissaient le groupe de randomisation du patient : il n'y avait pas d'aveugle. L'insu était impossible. D'abord pour la sécurité du patient : en cas de problème ventilatoire, l'anesthésiste devait connaître le mode ventilatoire afin d'apporter une réponse adaptée. Ensuite, l'appareil de JVHF est assez bruyant et le bruit est caractéristique. Les mouvements thoraciques sont caractéristiques et permettent une identification facile du type de ventilation appliquée. Ce biais d'évaluation peut favoriser un groupe par conviction subjective, mais il s'agit d'un biais inévitable dans notre étude.

Une évaluation de la charge de travail de l'équipe anesthésique aurait été intéressante à évaluer. L'utilisation de la NASA Task Load Index pour mesurer la charge de travail nécessaire à l'utilisation de chaque méthode de ventilation pour l'équipe d'anesthésie ainsi que l'EVA modifiée pour comparer la difficulté ressentie lors du recours à la JVHF par rapport à la VC aurait été possible. Nous avons décidé de ne pas analyser ce critère, trop biaisé par l'utilisation très récente de cette technique de ventilation dans notre centre. L'apprentissage de la technique induit initialement un surcroît de travail. L'étude Jet-RIP ne prévoyait pas d'évaluer la courbe d'apprentissage de la technique de JVHF.

Les résultats de la Nasa Task Load Index auraient également été biaisés par le recueil des données nécessaires à l'étude Jet-RIP qui alourdissent la charge de

travail de l'équipe d'anesthésie. Nous avons décidé de recueillir la NASA Task Load Index et l'EVA modifiée auprès d'anesthésistes formés aux deux techniques de ventilation en dehors du recueil de données de l'étude Jet-RIP. Cette évaluation est actuellement en cours.

Un autre facteur intéressant à recueillir aurait pu être la fatigabilité dans le temps de l'opérateur radiologue. Les patients ayant eu parfois plusieurs gestes d'ablation tumorale percutanée pendant la même procédure, il aurait pu être intéressant d'évaluer si le choix de la technique de ventilation influait sur la fatigabilité du radiologue au fil des lésions traitées. Nous n'avons pas recueilli les données permettant de discuter ce point. Il s'agit ici d'une ouverture potentielle vers une étude ultérieure.

La réduction de la dose totale d'irradiation représente un enjeu majeur en radiologie interventionnelle, tant pour le patient qui a souvent plusieurs examens irradiants itératifs que pour les équipes médicales et paramédicales qui sont fréquemment exposées aux radiations ionisantes (44). L'étude de Kwan Park et al. met en évidence que la réduction de la dose totale d'irradiation lors des procédures d'ablation tumorale percutanées hépatiques ne peut se faire qu'en réduisant le nombre d'acquisitions scanographiques pendant la phase interventionnelle et en particulier au cours de la phase d'insertion et de progression de la sonde(45) . On pourrait donc imaginer que la diminution du temps de ponction induirait une diminution du nombre d'acquisitions scanographiques ainsi que pendant la phase d'insertion de la sonde au niveau de la zone à traiter.

Nous n'avons pas pu mettre en évidence une différence significative concernant la dose d'irradiation délivrée au patient lors de la première ponction dans le groupe JVHF par rapport au groupe VC. Comme nous l'avons déjà évoqué, l'équipe de radiologie interventionnelle effectuait depuis plusieurs années déjà des gestes d'ablation tumorale percutanée chez des patients sous VC. Afin de diminuer la dose d'irradiation, les radiologues réalisent les acquisitions scanographiques pendant la progression de la sonde lors des phases télé-expiratoires dans les procédures réalisées sous VC. De la même manière qu'il n'y a pas de différence significative concernant le taux de succès de positionnement de la première aiguille, il n'y a pas de différence significative concernant la dose totale d'irradiation (PDS) mais au dépend du temps et de la charge de travail qui est plus importante pour l'opérateur puisqu'il doit observer et interpréter les données de la capnographie sur un écran supplémentaire. En outre, la dose d'irradiation reçue par le patient ne s'intéressait qu'à celle émise lors du traitement de la première lésion. Nous avons peut être sous évalué l'intérêt de la JVHF dans la réduction de la dose d'irradiation reçue par le patient.

L'ablation tumorale était répétée si le résultat était incomplet. Une marge de sécurité péri-tumorale de 5mm autour de la tumeur permet d'éviter la récurrence locale. (36) En cas d'absence de marge de sécurité minimale péri-lésionnelle, une deuxième sonde était placée, et la procédure répétée. Dans notre étude, il existait une différence significative concernant la nécessité de répéter l'ablation tumorale en défaveur du groupe VC. Les mouvements diaphragmatiques plus importants dans le groupe VC que dans le groupe JVHF sont à nouveau incriminés. La nécessité de répéter l'ablation conduit probablement à une augmentation de la

durée du traitement de la lésion ainsi qu'une moins bonne confiance du radiologue dans son geste. La répétition du geste est susceptible d'exposer le patient et l'équipe soignante à une dose d'irradiation plus élevée.

Concernant les doses d'agents pharmacologiques utilisés dans les deux groupes, il faut garder en mémoire que plusieurs lésions pouvaient être traitées chez un même patient. Ce paramètre n'était pas recueilli dans notre étude ce qui ne nous permet donc pas d'assurer une comparabilité entre les deux groupes sur des critères pharmacologiques qui dépendent directement de la durée d'anesthésie. Par ailleurs, le gain de temps significatif observé dans le groupe JVHF par rapport au groupe VC ne concerne que le temps de ponction pour la mise en place de la première aiguille au sein de la cible tumorale ce qui ne représente qu'une durée mineure en comparaison à la durée totale de l'anesthésie.

Les deux groupes présentaient un taux important d'épisodes d'hypotension artérielle avec nécessité de recours à un traitement pharmacologique (éphédrine) sans pour autant avoir une incidence différente entre les patients ventilés par VC et les patients ventilés par JVHF. Les hypotensions survenaient principalement après l'induction anesthésique et lors de la préparation du patient avant le début de la procédure d'ablation tumorale, période qui pouvait durer plus d'une dizaine de minutes avant tout stimulus nociceptif. Nous n'avons relevé aucun épisode d'hypotension réfractaire. Chez aucun patient l'administration d'un traitement par catécholamine exogène n'a été nécessaire. La JVHF n'est, dans notre étude, pas associée à des conséquences néfastes au niveau hémodynamique.

Concernant l'oxygénation, nous ne retrouvons pas de différence significative au niveau de la SpO_2 à la fin de l'intervention entre les deux groupes. Aucun cas de désaturation sévère n'a été rapporté. Néanmoins, une différence significative entre la FiO_2 réglée chez les patients selon le groupe de ventilation est observée. Les patients ventilés en JVHF bénéficiaient d'une FiO_2 supérieure à ceux ventilés en VC. La FiO_2 dans le groupe JVHF était néanmoins baissée au cours de la procédure mais moins rapidement que ce que proposait le protocole. Le manque d'expérience et de confiance dans cette nouvelle technique de ventilation dans notre équipe ainsi que l'appréhension à baisser trop rapidement la SpO_2 peut expliquer cette différence significative entre les deux groupes. Par ailleurs, la FiO_2 réglée sur l'appareil de JVHF n'est pas celle directement transmise aux alvéoles. Un effet venturi provoqué par la JVHF conduit à un appel d'air ambiant ce qui tend à diminuer la FiO_2 dans le volume courant. La FiO_2 dans le gaz vecteur reflète de façon imparfaite la FiO_2 du volume courant.

La comparaison entre l' $ETCO_2$ mesurée sur le respirateur de JVHF MONSOON III™ Acutronic® en fin de procédure et l' $ETCO_2$ mesurée sur le respirateur de VC Dräger Primus® après rebranchement est très bien corrélée (coefficient de Pearson à 0,939 avec un IC à 95% [0,845 ; 0,977]). Le monitoring de l' $ETCO_2$ en JVHF (qui nécessite une procédure de mesure avec la réalisation de cinq inspirations prolongées) permettrait d'apporter une information de qualité et de sécurité pour détecter précocement les cas d'hypercapnie.

Auparavant, le barotraumatisme et la survenue de pneumothorax étaient les effets indésirables les plus redoutés lors de l'utilisation de la JVHF. Ils sont

désormais prévenus par la mesure en continu de la PIP qui, lorsqu'elle est trop élevée, déclenche une alarme et un arrêt de la ventilation.

L'hypercapnie en JVHF est désormais le principal effet indésirable. Nous avons pu démontrer que la mesure de l'ETCO₂ pendant 5 cycles ventilatoires à haut volume en circuit ouvert sur le respirateur de JVHF permet une estimation fiable de la mesure de l'ETCO₂ validée de façon classique sur un respirateur Dräger Primus.

Le protocole prévoyait des modifications du respirateur de JVHF en cas de variation de l'ETCO₂. Cette procédure avait été établie en fonction des données de la littérature sur le sujet. En cas d'augmentation de l'ETCO₂ de plus de 40% par rapport à l'ETCO₂ initiale, nous suggérons d'augmenter la pression de travail de 10%. En cas de persistance d'hypercapnie > 45mmHg et après augmentation de la pression de travail de 3 palliers, une gazométrie artérielle était prévue. En cas d'hypercapnie « rebelle » aux adaptations de la ventilation, un rebranchement en VC était prévu.

Le recours à la VC chez les patients du groupe JVHF n'a pas été nécessaire dans notre étude. On note néanmoins un cas d'augmentation de l'ETCO₂ (30mmHg au début de la procédure, 42mmHg après 30 minutes de JVHF puis 49mmHg à la fin de la procédure) confirmé par la PaCO₂ (59mmHg) que nous expliquons par une probable BPCO non diagnostiquée chez un patient obèse morbide, avec une intoxication tabagique active supérieure à 90 paquets-année et qui souffrait d'un syndrome d'apnées obstructives du sommeil non appareillé. L'intervention était terminée avant d'avoir pu adapter trois fois la pression de travail et que nous ayons le résultat de la PaCO₂; Le patient était reventilé en VC en vue de

l'extubation quand nous avons pris connaissance de l'hypercapnie sévère sur la PaCO₂.

Les réglages de départ du ventilateur de JVHF permettaient une marge de manœuvre importante à l'anesthésiste. La fréquence ventilatoire initiale était de 120 à 200 cycles/minute, la pression de travail pouvait être comprise entre 1 et 2 bars, le rapport I/E était à 35% du temps total et la FiO₂ de départ était volontairement élevée (>60%) avec une décroissance progressive selon la SpO₂ du patient.

A partir des données de la littérature, nous avons défini un tableau auquel l'anesthésiste pouvait se référer en cas de modification trop importante de l'ETCO₂ ou de signe d'hypoxémie. (10)(17) La première mesure de correction était d'augmenter la pression de travail avec comme seuil maximum 2bars. L'augmentation de la pression de travail induit une augmentation proportionnelle du volume injecté pouvant être responsable d'apparition de mouvements diaphragmatiques plus importants, raisons pour laquelle nous limitons la pression de travail à 2 bars. Il était laissé au libre choix de l'anesthésiste de modifier la fréquence respiratoire ou le temps inspiratoire plutôt que la pression de travail pour ajuster finement l'ETO₂ sans trop influencer les mouvements diaphragmatiques.

Cette adaptation est peu protocolisée et très interliée, chaque modification de la fréquence ou du temps inspiratoire engendre, par un changement des volumes de reflux, des changements des volumes courants et donc des mouvements diaphragmatiques potentiels. Il s'agit ici d'un biais de mesure possible et nous devrions prochainement affiner notre protocole d'adaptation de la JVHF.

| | Hypoxémie | Hypercapnie |
|----------------------------|------------------|--------------------|
| Pression de travail (mbar) | ↑ ↑ | ↑ ↑ |
| Fréquence (CPM) | ↑ | ↑ |
| Temps inspiratoire (%) | ↑ | ↑ |
| FiO ₂ | ↑ ↑ | - |

TABLEAU 7 : REGLAGE DU VENTILATEUR DE JVHF DANS LES CAS D'HYPOXEMIE OU D'HYPERCAPNIE

Dans la littérature, la complication principale de la JVHF est le pneumothorax où le pronostic vital est rarement mis en jeu. Ces dernières années, l'amélioration des dispositifs de JVHF ont conduit à la création d'une mesure de protection vis-à-vis de la surdistension pulmonaire. Un cathéter double lumière permet un monitoring avant chaque cycle inspiratoire de la pression télé-expiratoire (PTE). En cas de dépassement d'un certain seuil de pression, l'inspiration prochaine est interrompue jusqu'à ce que la pression redescende en dessous du seuil fixé.

Cette sécurité concernant la délivrance de la pression d'injection sous JVHF après vérification de la PTE minimise le risque de barotraumatisme pulmonaire et donc de pneumothorax.

Le risque principal de la JVHF est désormais l'hypoventilation alvéolaire.

Les pneumothorax relevés dans notre étude sont tous, secondaires au traitement de lésions pulmonaires directs ou par la nécessité d'un trajet transpulmonaire

pour atteindre la cible à traiter. Nous relevons un cas de pneumothorax lors du traitement d'une lésion surrénalienne droite, difficile d'accès et l'opérateur a dû réaliser volontairement une ponction trans-pulmonaire pour accéder à la cible.

Le nombre de pneumothorax ne différait pas entre les deux groupes. La JVHF n'est pas associée à une incidence plus élevée de pneumothorax par rapport aux patients ventilés en VC.

Notre étude ne prenait pas en compte les complications tardives (>24h après la procédure). Il n'y avait pas de suivi des patients à moyen et long terme. Afin de déterminer si une des deux techniques de ventilation (VC ou JVHF) présente un bénéfice en termes de morbi/mortalité à moyen et long terme, notamment en ce qui concerne l'incidence de pneumopathies postopératoires ou de différence de récurrence locale tumorale. Un suivi sur plusieurs semaines ou mois serait alors nécessaire.

Nous aurions pu profiter de la réalisation de coupes scannographiques thoraciques pour évaluer l'incidence et l'importance d'atélectasies en fin de la procédure d'ablation tumorale dans les deux groupes. Nous n'avons pas retenu cette analyse dans les objectifs d'étude afin de ne pas exposer le patient à des radiations ionisantes supplémentaires. Néanmoins, nous réinterprétons actuellement les coupes scanographiques thoraciques réalisées lors du scanner de contrôle des patients de notre étude traités pour des lésions pulmonaires afin d'observer une éventuelle différence en terme de survenue d'atélectasies entre les groupes JVHF et VC.

V. CONCLUSION

L'essor de la radiologie interventionnelle ces dernières années a permis le traitement percutané de lésions tumorales qui nécessitaient jusqu'alors le recours à la chirurgie lorsque cela était possible. Ces procédures nécessitent d'être réalisées sous anesthésie générale et elles exigent une grande précision. La ventilation artificielle conventionnelle est responsable de mouvements diaphragmatiques et des organes adjacents qui sont susceptibles de gêner l'opérateur et de diminuer la précision du geste d'ablation percutanée. Un des

moyens à notre disposition qui peut permettre de s'affranchir potentiellement des mouvements diaphragmatiques est la Jet Ventilation à Haute Fréquence.

Notre travail a cherché à évaluer l'intérêt de cette technique ventilatoire lors de l'ablation percutanée de tumeurs péri-diaphragmatiques dont la taille était inférieure à 30mm en radiologie interventionnelle percutanée. Nous avons réalisé une étude prospective, randomisée et contrôlée qui comparaît un groupe de patients ventilés en ventilation conventionnelle et un groupe de patients ventilés par JVHF.


Au total 20 patients étaient inclus dans le groupe JVHF et 20 patients dans le groupe VC. Le temps de ponction était significativement plus court dans le groupe JVHF que dans le groupe VC : 317,7 secondes (IC à 95% [192,0;442,0]) contre 552,2 secondes (IC 95% [430,2 ; 675,3]).

Le mouvements de la cible sont significativement diminués dans l'axe cranio-caudal (axe des z) lorsque la Jet-Ventilation était utilisée. La médiane du déplacement de la cible à traiter dans l'axe longitudinal était de 6,44mm (IC 95% [5,05; 7,85]) dans le groupe VC contre 1,04mm (IC 95% [-0,32 ; 2,45]) dans le groupe JVHF.

L'utilisation de la JVHF est associée à une meilleure satisfaction du radiologue quant à son travail : l'exigence mentale, physique, temporelle, l'effort et la frustration de l'opérateur sont significativement diminués lorsque la procédure est réalisée sous JVHF que lorsque la procédure est réalisée sous VC.

L'utilisation de la JVHF est associée à une diminution significative de la nécessité de répéter l'ablation tumorale (1,47% avec IC 95% [0,05 ;11,00]) contrairement au groupe VC(18,12% avec IC 95% [5,92 ; 37,90]) .

Notre étude n'a pas montré de différence significative en termes de complications liées à la procédure de radiologie interventionnelle ou de complications liées à l'anesthésie notamment sur le plan ventilatoire entre la JVHF et la VC.



VU

Strasbourg, le 14 janvier 2018

Le président du Jury de Thèse

Professeur Annick STEIB

VU et approuvé

Strasbourg, le 15 JAN 2019

Le Doyen de la Faculté de Médecine de Strasbourg

Professeur Jean SIBILLA



BIBLIOGRAPHIE

1. Koch G, Cazzato RL, Caudrelier J, Cathelineau X, Lang H, Gangi A. Techniques d'ablation tumorale. Prog En Urol. nov 2017;27(15):853-64.
2. Rhim H, Yoon K-H, Lee JM, Cho Y, Cho J-S, Kim SH, et al. Major Complications after Radio-frequency Thermal Ablation of Hepatic Tumors: Spectrum of Imaging Findings. RadioGraphics. janv 2003;23(1):123-34.
3. Muller A, Petrusca L, Auboiroux V, Valette PJ, Salomir R, Cotton F. Management of Respiratory Motion in Extracorporeal High-Intensity Focused Ultrasound Treatment in Upper Abdominal Organs: Current Status and Perspectives. Cardiovasc Intervent Radiol. déc 2013;36(6):1464-76.
4. Blank RS, Durieux ME, Bender SP. Management of One-lung Ventilation. Perioper Med. :10.

5. Denys A, Lachenal Y, Duran R, Chollet-Rivier M, Bize P. Use of High-Frequency Jet Ventilation for Percutaneous Tumor Ablation. *Cardiovasc Intervent Radiol.* févr 2014;37(1):140-6.
6. Langen K, Jones DT. Organ motion and its management. *Int J Radiat Oncol.* mai 2001;50(1):265-78.
7. Chung DYF, Tse DML, Boardman P, Gleeson FV, Little MW, Scott SH, et al. High-Frequency Jet Ventilation under General Anesthesia Facilitates CT-Guided Lung Tumor Thermal Ablation Compared with Normal Respiration under Conscious Analgesic Sedation. *J Vasc Interv Radiol.* sept 2014;25(9):1463-9.
8. Galmén K, Harbut P, Freedman J, Jakobsson JG. High frequency jet ventilation for motion management during ablation procedures, a narrative review. *Acta Anaesthesiol Scand.* oct 2017;61(9):1066-74.
9. Sanders, R. D. Two ventilating attachments for bronchoscopes. *Del Med J,* 39, 170-175.
10. Bourgain J-L, Chollet M, Fischler M, Gueret G, Mayne A. Guide d'utilisation de la jet-ventilation en chirurgie ORL, trachéale et maxillo-faciale. *Ann Fr Anesth Réanimation.* oct 2010;29(10):720-7.
11. Krishnan JA, Brower RG. High-Frequency Ventilation for Acute Lung Injury and ARDS. *Chest.* sept 2000;118(3):795-807.
12. Gilbert M FACC ,Timothy B. Gastric Rupture after Inadvertent Esophageal Intubation with a Jet Ventilation Catheter. *Anesthesiology.* 1 févr 1998;88(2):537-8.
13. Jaquet MD Yves, Monnier MD Philippe, Van Melle MD Ph D ,Guy, Ravussin MD Patrick, Spahn MD FRCA ,Donat R, Chollet-Rivier MD Madeleine. Complications of Different Ventilation Strategies in Endoscopic Laryngeal Surgery A 10-year Review. *Anesthesiology.* 1 janv 2006;104(1):52-9.
14. Bourgain JL, Desruennes E, Fischler M, Ravussin P. Transtracheal high frequency jet ventilation for endoscopic airway surgery: a multicentre study. *Br J Anaesth.* déc 2001;87(6):870-5.
15. Langeron O, Bourgain J-L, Francon D, Amour J, Baillard C, Bouroche G, et al. Intubation difficile et extubation en anesthésie chez l'adulte. *Anesth Réanimation.* nov 2017;3(6):552-71.
16. Chollet-Rivier M, Bourgain J-L. La jet-ventilation pour les nuls. *Anesth Réanimation.* déc 2015;1(6):522-7.
17. Rouby MD JJ, Simonneau MD G, Benhamou MD D, Sartene PD MD ,R, Sardnal MD F, Deriaz MD H, et al. Factors Influencing Pulmonary Volumes and CO2 Elimination during High-frequency Jet Ventilation. *Anesthesiology.* 1 nov

1985;63(5):473-82.

18. McLeod ADM, Turner MWH, Torlot KJ. Safety of transtracheal jet ventilation in upper airway obstruction. *Br J Anaesth.* oct 2005;95(4):560-1.

19. Gueret G, Touffet L, Arvieux C-C, Bourgain J-L. Étude d'un respirateur de jet-ventilation, le Monsoon™, sur banc d'essais. *Ann Fr Anesth Réanimation.* nov 2010;29(11):821-5.

20. Gottschalk A, Mirza N, Weinstein S, Edwards W. Capnography During Jet Ventilation for Laryngoscopy. *ANESTH ANALG.* :5.

21. Gulleth Y, Spiro J. Percutaneous Transtracheal Jet Ventilation in Head and Neck Surgery. *Arch Otolaryngol Neck Surg.* 1 oct 2005;131(10):886.

22. Goode JS, Taylor RL, Buffington CW, Klain MM, Schwartzman D. High-frequency jet ventilation: Utility in posterior left atrial catheter ablation. *Heart Rhythm.* janv 2006;3(1):13-9.

23. Sivasambu B, Hakim JB, Barodka V, Chrispin J, Berger RD, Ashikaga H, et al. Initiation of a High-Frequency Jet Ventilation Strategy for Catheter Ablation for Atrial Fibrillation. *JACC Clin Electrophysiol.* déc 2018;4(12):1519-25.

24. Fritz P, Kraus H-J, Mühlnickel W, Sassmann V, Hering W, Strauch K. High-Frequency Jet Ventilation for Complete Target Immobilization and Reduction of Planning Target Volume in Stereotactic High Single-Dose Irradiation of Stage I Non-Small Cell Lung Cancer and Lung Metastases. *Int J Radiat Oncol.* sept 2010;78(1):136-42.

25. Abe K, Oka J, Takahashi H, Funatsu T, Fukuda H, Miyamoto Y. Effect of high-frequency jet ventilation on oxygenation during one-lung ventilation in patients undergoing thoracic aneurysm surgery. *J Anesth.* 25 janv 2006;20(1):1-5.

26. Wood MJ, Lin ES, Thompson JP. Flow dynamics using high-frequency jet ventilation in a model of bronchopleural fistula † †Presented in part at the Anaesthetic Research Society meeting, London, November 2010, and at the Association of Cardiothoracic Anaesthetists meeting, Loughborough, November 2011. *Br J Anaesth.* févr 2014;112(2):355-66.

27. Fan E, Brodie D, Slutsky AS. Acute Respiratory Distress Syndrome: Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA.* 20 févr 2018;319(7):698.

28. Young D, Lamb SE, Shah S, MacKenzie I, Tunnicliffe W, Lall R, et al. High-Frequency Oscillation for Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med.* 28 févr 2013;368(9):806-13.

29. Ferguson ND, Cook DJ, Guyatt GH, Mehta S, Hand L, Austin P, et al. High-Frequency Oscillation in Early Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med.* 28 févr 2013;368(9):795-805.

30. Monnier Y, Chollet-Rivier M, Gonzalez M, Nicod L, Simon C, Lovis A. Use of Combined Suspension Laryngoscopy and Jet Ventilation for Y-Shaped Airway Stents Delivery. *Ann Thorac Surg.* juin 2014;97(6):2208-10.
31. Dynamic hyperinflation: Comparison of jet ventilation versus conventional ventilation in patients with severe end-stage obstructive lung disease. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* déc 1999;13(6):795.
32. Abad HLD, Ajalloueyan M, Jalali AR. Impact of body mass index (BMI) on ventilation during low-frequency jet ventilation. *Otolaryngol-Head Neck Surg.* mars 2007;136(3):477-80.
33. Barry RA, Fink DS, Pourciau DC, Hayley K, Lanius R, Hayley S, et al. Effect of Increased Body Mass Index on Complication Rates during Laryngotracheal Surgery Utilizing Jet Ventilation. *Otolaryngol-Head Neck Surg.* sept 2017;157(3):473-7.
34. Dhara SS, Liu EHC. Measuring tracheal pressure during jet ventilation: Correspondence. *Anaesthesia.* juin 2004;59(6):617-8.
35. Kristensen MS, Teoh WH, Rudolph SS, Tvede MF, Hesselfeldt R, Børghlum J, et al. Structured approach to ultrasound-guided identification of the cricothyroid membrane: a randomized comparison with the palpation method in the morbidly obese. *Br J Anaesth.* juin 2015;114(6):1003-4.
36. Bo X-W, Xu H-X, Guo L-H, Sun L-P, Li X-L, Zhao C-K, et al. Ablative safety margin depicted by fusion imaging with post-treatment contrast-enhanced ultrasound and pre-treatment CECT/CEMRI after radiofrequency ablation for liver cancers. *Br J Radiol.* oct 2017;90(1078):20170063.
37. Brandner ED, Wu A, Chen H, Heron D, Kalnicki S, Komanduri K, et al. Abdominal organ motion measured using 4D CT. *Int J Radiat Oncol.* juin 2006;65(2):554-60.
38. Abderhalden S, Biro P, Hechelhammer L, Pfiffner R, Pfammatter T. CT-guided Navigation of Percutaneous Hepatic and Renal Radiofrequency Ablation under High-frequency Jet Ventilation: Feasibility Study. *J Vasc Interv Radiol.* sept 2011;22(9):1275-8.
39. Mertens MJ, Engbers FHM, Burm AGL, Vuyk J. Predictive performance of computer-controlled infusion of remifentanyl during propofol/remifentanyl anaesthesia. *Br J Anaesth.* févr 2003;90(2):132-41.
40. Stöckle P-A, Richebé P. Le monitoring de la douleur peropératoire : actualités et perspectives. *Anesth Réanimation.* mai 2018;4(3):204-14.
41. Hart SG, Staveland LE. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. In: *Advances in Psychology* [Internet]. Elsevier; 1988 [cité 28 oct 2018]. p. 139-83.
42. Joseph L, Belisle P. Bayesian sample size determination for normal means

and differences between normal means. *J R Stat Soc Ser Stat.* juill 1997;46(2):209-26.

43. Cheng Y, Shen Y. Bayesian adaptive designs for clinical trials. *Biometrika.* 1 sept 2005;92(3):633-46.

44. Sarti M, Brehmer WP, Gay SB. Low-Dose Techniques in CT-guided Interventions. *RadioGraphics.* juill 2012;32(4):1109-19.

45. Park BK, Morrison PR, Tatli S, Govindarajulu U, Tuncali K, Judy P, et al. Estimated effective dose of CT-guided percutaneous cryoablation of liver tumors. *Eur J Radiol.* août 2012;81(8):1702-6.

Université
de Strasbourg



Faculté
de médecine

DECLARATION SUR L'HONNEUR

Document avec signature originale devant être joint :

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

Nom : LEUVREY Prénom : Mathieu

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 :

A STRASBOURG, le 12/03/2019

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