

UNIVERSITE DE STRASBOURG
FACULTE DE MEDECINE DE STRASBOURG
ANNEE : 2020 N° 177

THESE POUR PRESENTER LE DIPLOME DE DOCTEUR EN MEDECINE

Diplôme d'État

Mention D.E.S. d'Anesthésie-Réanimation

Présenté et soutenu le 9 octobre 2020 à 14h00

PAR

HORBER Jean-Baptiste

Né à Mulhouse le 28 juin 1991

**Intérêt de la ventilation mécanique haute fréquence dans les
procédures d'ablation de fibrillation atriale en cardiologie
interventionnelle : étude prospective contrôlée randomisée en
simple aveugle : analyse intermédiaire.**

Président de thèse : Pr MERTES Paul-Michel, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier – Nouvel Hôpital Civil, Strasbourg

Directeur de thèse : Docteur HEGER Bob, Praticien Hospitalier – Nouvel Hôpital Civil, Strasbourg

Le jury sera de la composition suivante :

Pr COLLANGE Olivier, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier – Nouvel Hôpital Civil, Strasbourg

M. HALBWACHS Frédéric, Ingénieur Biomédical – Biosense Webster – Nouvel Hôpital Civil, Strasbourg

Pr JESEL-MOREL Laurence, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier – Nouvel Hôpital Civil, Strasbourg

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

Edition JANVIER 2019
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 Immunologie biologique (01.10.2013 au 31.09.2018)
DOLLFUS Hélène Génétique clinique (01.10.2014 au 31.09.2019)

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

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 Hépato-digestif de l'Hôpital Civil - Unité d'Hépatologie - Service d'Hépto-Gastro-Entérologie / NHC | 52.01 Gastro-entérologie ; hépatologie Option : hépatologie |
| Mme BEAU-FALLER Michèle M0007 / PO170 | NRP6 NCS | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP | 44.03 Biologie cellulaire (option biologique) |
| BEAUJEU Rémy 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-Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil | 55.02 Ophtalmologie |
| 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 | NRPô 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 | NRPô NCS | • Pôle de Spécialités médicales-Ophthalmologie / SMO - Service de Néphrologie-Transplantation / NHC | 52.03 Néphrologie |
| CANDOLFI Ermanno P0025 | RPô 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 | NRPô NCS | • Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Hôpital Hautepierre | 48.02 Réanimation |
| CHAKFE Nabil P0029 | NRPô 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 | NRPô NCS | • Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie du rachis / Chirurgie B / HC | 50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique |
| Mme CHARLOUX Anne P0028 | NRPô NCS | • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC | 44.02 Physiologie (option biologique) |
| Mme CHARPIOT Anne P0030 | NRPô NCS | • Pôle Tête et Cou - CETD - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP | 55.01 Oto-rhino-laryngologie |
| CHELLY Jameeddine P0173 | NRPô CS | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / NHC | 47.04 Génétique (option biologique) |
| Mme CHENARD-NEU Marie- Pierre P0041 | NRPô CS | • Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre | 42.03 Anatomie et cytologie pathologiques (option biologique) |
| CLAVERT Philippe P0044 | NRPô CS | • Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Orthopédie / CCOM d'Illkirch | 42.01 Anatomie (option clinique, orthopédie traumatologique) |
| COLLANGE Olivier P0193 | NRPô 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 | NRPô CS | • Pôle d'Urologie, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil | 50.03 Dermato-Vénérologie |
| DANION Jean-Marie P0046 | NRPô 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 | RPô CS | • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil | 51.01 Pneumologie |
| DEBRY Christian P0049 | NRPô 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 | NRPô 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 | RPô 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 | NRPô CS | • Pôle de Biologie - Service de Génétique Médicale / Hôpital de Hautepierre | 47.04 Génétique (type clinique) |
| DUCLOS Bernard P0055 | NRPô 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 | NRPô 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 | NRPô NCS | • Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie III / Hôpital de Hautepierre | 54.01 Pédiatrie |
| Mme FACCA Sybille P0179 | NRPô NCS | • Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de la Main et des Nerfs périphériques / CCOM Illkirch | 50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique |
| Mme FAFI-KREMER Samira P0060 | NRPô 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 | NRPô NCS | • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Chirurgie Thoracique / Nouvel Hôpital Civil | 51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire |
| GANGI Afshin P0062 | RPô CS | • Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventionnelle / Nouvel Hôpital Civil | 43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique) |
| GAUCHER David P0063 | NRPô NCS | • Pôle des Spécialités Médicales - Ophthalmologie / SMO - Service d'Ophthalmologie / Nouvel Hôpital Civil | 55.02 Ophthalmologie |
| GENY Bernard P0064 | NRPô 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-vénérologie |
| 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 Haute-pierre | 49.01 | Neurologie |
| MARK Manuel P0098 | NRP6 NCS | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Cytogénétique, Cytologie et Histologie quantitative / Hôpital de Haute-pierre | 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 | 54.03 | Gynécologie-Obstétrique ; Gynécologie Médicale |
| MAUVIEUX Laurent P0102 | NRP6 CS | • Pôle d'Onco-Hématologie - Laboratoire d'Hématologie Biologique - Hôpital de Haute-pierre • 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 / Haute-pierre / NHC | 43.01 | Biophysique et médecine nucléaire |
| NISAND Israël P0113 | NRP6 NCS | • Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie Obstétrique / Hôpital de Haute-pierre | 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 | 47.02 | 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 Haute-pierre | 54.01 | Pédiatrie |
| PELACCIA Thierry | | • Pôle d'Anesthésie / Réanimation 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 Haute-pierre | 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 Haute-pierre | 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 | NRPô NCS | • Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP | 44.01 | Biochimie et biologie moléculaire |
| ROHR Serge P0128 | NRPô 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 | NRPô CS | • Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie I / Hôpital de Haute-pierre | 54.01 | Pédiatrie |
| ROUL Gérard P0129 | NRPô NCS | • Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil | 51.02 | Cardiologie |
| Mme ROY Catherine P0140 | NRPô 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 | NRPô CS | • Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Nouvel Hôpital Civil | 48.02 | Réanimation |
| SAUER Arnaud P0183 | NRPô NCS | • Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil | 55.02 | Ophtalmologie |
| SAULEAU Erik-André P0184 | NRPô 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 | RPô CS | • Pôle d'Urologie, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Urologique / Nouvel Hôpital Civil | 52.04 | Urologie |
| SCHNEIDER Francis P0144 | RPô CS | • Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Hôpital de Haute-pierre | 48.02 | Réanimation |
| Mme SCHRÖDER Carmen P0185 | NRPô CS | • Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychothérapie pour Enfants et Adolescents / Hôpital Civil | 49.04 | Pédopsychiatrie ; Addictologie |
| SCHULTZ Philippe P0145 | NRPô 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 | NRPô 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 | NRPô NCS | • Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital Haute-pierre | 50.01 | Rhumatologie |
| Mme SPEEG-SCHATZ Claude P0147 | RPô CS | • Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil | 55.02 | Ophtalmologie |
| Mme STEIB Annick P0148 | RPô NCS | • Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésiologie-Réanimation Chirurgicale / NHC | 48.01 | Anesthésiologie-réanimation (option clinique) |
| STEIB Jean-Paul P0149 | NRPô CS | • Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie du rachis / Hôpital Civil | 50.02 | Chirurgie orthopédique et traumatologique |
| STEPHAN Dominique P0150 | NRPô 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 | NRPô 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 | NRPô CS | • Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Haute-pierre | 49.01 | Neurologie |
| VEILLON Francis P0155 | NRPô 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 | NRPô 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 | NRPô 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 | NRPô NCS | • Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil | 49.03 | Psychiatrie d'adultes |
| VIVILLE Stéphane P0159 | NRPô 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 | NRPô 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 | NRPô CS | • Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne / Nouvel Hôpital Civil | 53.01 | Option : Médecine Interne |
| WOLF Philippe P0164 | NRPô 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 Hépato-digestif 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 Cyrille 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 | 45.01 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 |
| PFUFF 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 BONAHE Christian | P0166 | Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine | 72. Epistémologie - Histoire des sciences et des techniques |
| Mme la Pre 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)

| | | |
|-----------------------------|-------|--|
| Dr 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 Hautepierre |
| Dr ASTRUC Dominique (par intérim) | NRP6 CS | • Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Réanimation pédiatrique spécialisée et de surveillance continue / Hôpital de Hautepierre |
| Dr CALVEL Laurent | NRP6 CS | • Pôle Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Soins Palliatifs / NHC et Hôpital de Hautepierre |
| 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 + Hautepierre |
| 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)*
BELLOCQ 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 01.10.2012-30.09.2015-30.09.2021)

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

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 manqu

REMERCIEMENTS

Par ce que ce travail et mon parcours ont été ponctués de rencontres qui m'ont permis de l'achever, c'est par des remerciements que je souhaitais commencer :

Bob, pour ta confiance, ta motivation, et surtout pour tout ce que tu m'as appris. C'est en sortant de ma zone de confort chaque fois que je prenais un malade en charge avec toi que j'ai constamment progressé. Ce travail de thèse, c'est ma façon de te remercier pour tout ce que tu as (déjà) apporté à ma carrière d'anesthésie-réanimation.

Professeur MERTES, je vous remercie pour votre infinie confiance, vos conseils et votre bienveillance. Vous êtes un super patron et c'est avec plaisir que je veux travailler avec vous.

Professeur COLLANGE, je vous remercie pour votre aide dans ce projet de thèse. C'est dans votre équipe que j'ai débuté. J'y ai appris à aimer mon métier où la cohésion et le travail d'équipe sont essentiels.

Professeur JESEL-MOREL, je vous remercie pour votre patience dans notre collaboration et ce travail de recherche. Vos conseils et vos avis spécialisés m'ont permis d'apprendre énormément sur un domaine qui n'est pas mien.

Professeur GANGI, merci d'avoir permis une grande partie de ce travail en acceptant de nous prêter le ventilateur. Ce travail est le fruit de votre collaboration.

Monsieur HALBWACHS, je suis honoré de vous compter dans mon jury. Mon parcours avec les ingénieurs aurait été tout au long de mes études de médecine. Je suis fier de le conclure par votre présence.

Maman, ton soutien inébranlable, ta douceur, ta confiance et ton amour. Sans tout ça je ne serai pas arrivé où je suis maintenant.

Papa, pour tes valeurs de travail, de constance, d'humilité et d'amour. Se souvenir d'où on vient, toujours.

A mes deux parents, je suis fier d'être votre fils. Merci de m'avoir donné les armes pour affronter la vie.

A mes grands-parents, Jacqueline et Jean, c'est un honneur pour moi que vous soyez là. Je suis fier d'être de votre famille. Je vous aime.

A mes grands-parents, Annette et Jean, je suis sûr que vous êtes fier de mon parcours que vous avez suivi depuis le ciel. Je pense à vous.

Pierre, mon Frère, mon plus grand ami. On a passé des moments tellement drôles ensemble, et parfois aussi bien difficiles. On est une équipe, et rien ne peut nous arrêter. Je t'aime.

Les chefs de réanimation Polyvalente Lina, Nassim, Charles, Xavier. Merci de m'avoir transmis vos valeurs de rigueur et de qualité de travail toujours dans une super bonne humeur. C'est avec grand plaisir que je viendrais bosser chez vous.

Les chefs Réa Cardio, Mircea, Sandrine, Garib, Walid, merci pour tout ce que vous m'avez appris. Il me tarde de travailler chez vous.

Les chefs du T1, François, Cécile, Olivier, François, Audrey, Fessal, Anne-Lise, Aude, Faustine, Sébastien. Le bonheur c'est travailler avec des copains. C'est grâce à vous que j'arrive à ne pas compter les heures.

Chefs CECA, Matthieu, Juliette, Romana, Elie, Ramona, c'est avec plaisir que j'ai passé 1 mois avec vous, loin de ma zone de confort et plein de choses apprises. Merci de m'avoir fait confiance pour cette période et permis de réaliser ce travail.

La Team T*, Mathilde, Thomas, pour ces longues heures en stage avec vous, toujours dans la bonne humeur même parfois au milieu des moments les plus difficiles.

Mathilde, notre amitié dure depuis plus de 10ans maintenant. Ces remerciements sont là pour marquer l'événement. Merci d'avoir toujours été là pour moi depuis le premier jour de notre prépa en P1 déjà à s'entraider. Je suis heureux que nos routes se soit croiser.

Antoine, pour tous ces moments où on est allé (trop ?) loin dans nos délires, ces fous rires, ces soirées (trop ?) arrosées à faire n'importe quoi. Tous ces souvenirs sont si précieux. Prends soin de toi mon frère.

Robin, mon grand, on a passé de belles années dans notre collocation. On ne se voit plus aussi souvent qu'on voudrait. Ta force de volonté pour atteindre tes objectifs m'ont grandement inspiré.

Anthony, mon ami de toujours. Je ne compte pas les années. On a passé tellement de chose ensembles. Le mieux, le pire parfois. Tu as toujours été là. Tu pourras toujours compter sur moi. Et la réciproque est vrai.

A tous les copains Strasbourgeois, Romain, Florian, Andréas, avec qui j'ai appris à me dépasser dans le sport, dans les conneries et les voyages. Vous m'avez fait rêver les gars.

Bernadette, tu nous manques. Prends soin de toi. J'ai appris avec toi que la vie pouvait être injuste, mais surtout qu'elle devait être pleinement vécue sans retenue. Je veillerai sur ta fille.

Marc, un éternel soutien. Tu nous transmets beaucoup d'amour. Je suis fier de prendre soin de ta fille.

Élisabeth, pour tous ces moments conviviaux chez toi, pour ton soutien indispensable et infaillible. Pour tout ça, un grand merci.

L'équipe d'anesthésie-réanimation du CECA, Séverine, Claudine, Béné, Hervé, Philippe, François, Isabelle, sans votre travail tous les jours je ne serai pas arrivé à monter ce projet. C'est grâce à vous que je n'ai pas tout laissé tomber. Vous vous êtes battu pour moi, et ce titre de Docteur, c'est aussi un peu le vôtre.

L'équipe d'anesthésie-réanimation du T1. Merci de m'avoir tant appris. C'est à vos côtés tous les jours que j'ai su que ce métier était fait pour moi. Grâce à vous tous, j'ai progressé et que je continuerai de progresser. Je suis fier de travailler avec vous.

Pour l'équipe de réanimation chirurgicale cardio-vasculaire, merci pour les sales gardes, les sales admissions, pour les matchs de foot. Beaucoup de bonne humeur, beaucoup de gens sérieux, appliqués, généreux dans une très bonne cohésion de travail.

L'équipe réanimation chirurgicale polyvalente, c'est avec vous que j'ai commencé à aimer la réanimation. Ce parcours je vous en dois une grande partie, merci pour tous vos enseignements au lit des patients.

L'équipe de coronographie et de FA, merci d'avoir supporté la venue de nouvelles machines venant encombrer une salle d'opération déjà bien chargée. C'est un plaisir de vous rendre visite et de travailler dans la bonne humeur.

L'équipe d'ingénieurs biomédicaux des différents laboratoires, je voulais vous adresser mes plus sincères remerciements pour votre enthousiasme à participer à cette activité de recherche. Vos explications m'ont été d'une grande aide.

L'équipe d'anesthésie réanimation de la clinique Rhéna, merci pour votre bienveillance, votre exigence, et votre expérience. Des qualités que je m'efforcerai de conserver et de perpétuer partout où je pratiquerai.

L'équipe d'anesthésie-réanimation de Mulhouse où j'ai débuté en tant qu'interne de spécialité. Je voulais vous remercier pour m'avoir convaincu que ce travail était fait pour moi.

L'équipe d'anesthésie-réanimation de Colmar, merci pour votre accueil chaleureux. J'ai aimé passer 6 mois dans votre équipe.

L'équipe de réanimation médicale de HautePierre, et surtout mes co-internes à cette époque-là. Sans notre cohésion et notre bonne humeur, j'aurais été débordé par la charge de travail.

L'équipe de réanimation chirurgicale de Haute-pierre, avec laquelle j'ai passé 6 mois extrêmement riche en connaissance et en autonomie. Merci pour votre confiance et ce tremplin dans ma pratique.

A tous mes patients, que j'ai eu l'honneur de soigner, et qui m'ont permis d'apprendre et de continuer à apprendre, je prête serment aujourd'hui pour continuer de vous soigner demain.

Et surtout à toi, Lucile. C'est dans le quotidien que je me rends compte à quel point tu comptes pour moi. Tu es la personne que je voulais le plus remercier. Les paroles et les mots sont importants, les actes le sont davantage. Sans toi je ne suis rien et avec toi j'irai plus loin. Je t'aime.

TABLE DES MATIERES

| | | |
|-----------|---|----|
| 1 | CHAPITRE 1 : Mise au point des connaissances | 29 |
| 1.1 | Techniques d'ablation de fibrillation atriale en cardiologie interventionnelle..... | 29 |
| 1.1.1 | Généralités sur la fibrillation atriale | 29 |
| 1.1.2 | Physiopathologie de la fibrillation atriale | 30 |
| 1.1.3 | Manifestations cliniques et bilan paraclinique | 31 |
| 1.1.4 | Procédure d'ablation de fibrillation atriale | 33 |
| 1.1.5 | Faire face aux modifications de la force de contact : | 41 |
| 1.2 | Jet Ventilation à haute fréquence | 44 |
| 1.2.1 | Principe, définition de la Jet Ventilation..... | 45 |
| 1.2.2 | Interaction patient ventilateur | 49 |
| 1.2.3 | Complications et contre-indications de la Jet Ventilation | 55 |
| | Complications | 55 |
| | Contre-indication..... | 57 |
| 2 | CHAPITRE 2 : ETUDE JET-CI..... | 58 |
| 2.1 | INTRODUCTION | 58 |
| 2.2 | MATERIEL ET METHODES..... | 60 |
| 2.2.1 | Objectifs de l'étude..... | 60 |
| 2.2.1.1 | Objectif principal | 60 |
| 2.2.1.2 | Objectifs secondaires..... | 60 |
| 2.2.2 | Critères d'évaluation..... | 60 |
| 2.2.2.1 | Critère d'évaluation principal | 60 |
| 2.2.2.2 | Critères d'évaluation secondaires :..... | 61 |
| 2.2.2.2.1 | Stabilité du cathéter | 61 |
| 2.2.2.2.2 | Évaluation hémodynamique..... | 61 |
| 2.2.2.2.3 | Évaluation des complications Cardiologiques | 61 |
| 2.2.2.2.4 | Évaluation de la ventilation | 62 |
| 2.2.2.2.5 | Évaluation de l'impact sur l'anesthésie | 62 |
| 2.2.2.2.6 | Durées opératoires : | 62 |
| 2.2.2.2.7 | Évaluation sur le devenir du patient :..... | 62 |
| 2.2.3 | Plan expérimental..... | 63 |
| 2.2.3.1 | Population étudiée | 63 |
| 2.2.3.1.1 | Critères d'inclusion | 63 |
| 2.2.3.1.2 | Critères de non-inclusion | 63 |
| 2.2.3.2 | Déroulement pratique de l'étude | 65 |
| 2.2.3.2.1 | Installation en salle de cathétérisme..... | 65 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 2.2.3.2.2 | Déroulement de l'anesthésie..... | 69 |
| | Induction d'anesthésie | 69 |
| - | Mise en place de la ventilation en fonction des groupes..... | 72 |
| - | Gestion hémodynamique, rythmique, de l'antibioprophylaxie et de l'anticoagulation peropératoire :..... | 74 |
| - | Gestion du remplissage vasculaire : | 74 |
| - | Gestion de l'antalgie post-opératoire : | 75 |
| - | Gestion de la phase de réveil du patient : | 75 |
| - | Gestion de la période post-opératoire précoce :..... | 75 |
| - | Gestion de la période post-opératoire tardive : | 75 |
| - | Recueil de données d'électrophysiologie : | 75 |
| 2.2.4 | Analyse statistique..... | 77 |
| 2.3 | RÉSULTATS..... | 79 |
| 2.3.1 | Patients..... | 79 |
| 2.3.1.1 | Diagramme de flux : | 80 |
| 2.3.1.2 | Caractéristiques initiales des patients..... | 80 |
| 2.3.2 | Critère de jugement principal..... | 82 |
| 2.3.3 | Critères de jugement secondaires..... | 83 |
| 2.3.3.1 | Stabilité du cathéter | 83 |
| 2.3.3.2 | Hémodynamique | 84 |
| 2.3.3.3 | Ventilation | 86 |
| 2.3.3.4 | Anesthésie | 89 |
| 2.3.3.5 | Durées de procédure | 90 |
| 2.3.3.6 | Devenir du patient : | 91 |
| 2.3.3.6.1 | Complications cardiologiques..... | 91 |
| 2.3.3.6.2 | Traitement post-opératoire | 91 |
| 2.3.3.6.3 | Rechute de fibrillation atriale à 6 mois d'évolution post opératoire..... | 94 |
| 3 | DISCUSSION | 95 |
| 3.1 | Critère jugement principal..... | 95 |
| 3.2 | Critères jugement secondaires..... | 96 |
| 3.2.1 | Stabilité..... | 96 |
| 3.2.2 | Hémodynamique | 99 |
| 3.2.3 | Respiratoires | 101 |
| 3.2.4 | Anesthésie | 102 |
| 3.2.5 | Durée de procédure..... | 102 |
| 3.2.6 | Devenir du patient :..... | 103 |
| 3.3 | Forces de l'étude..... | 105 |
| 3.3.1 | Critères de validité interne | 105 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.3.2 | Critères de validité externe | 105 |
| 3.4 | Faiblesses de l'étude..... | 109 |
| 3.4.1 | Critères de validité interne | 109 |
| 3.4.2 | Critères de validité externe | 110 |
| 3.5 | Question répondue et intérêt de la JVHF | 113 |
| 4 | CONCLUSION | 114 |
| 5 | BIBLIOGRAPHIE..... | 116 |
| 6 | ANNEXES :..... | 124 |
| 6.1 | Annexe 1 : EVA stabilité diaphragmatique | 124 |

ABREVIATIONS

| | |
|-----------|--|
| ACT | Temps de coagulation activé |
| AG | Anesthésie Générale |
| AIVOC | Anesthésie intraveineuse à objectif de concentration |
| ASA | Société Américaine d'Anesthésie |
| BIS | Index bi-spectral |
| BPCO | Bronchopneumopathie chronique obstructive |
| CEE | Choc électrique externe |
| CF | Force de Contact |
| CO2 | Dioxyde de carbone |
| EI | Effet Indésirable |
| ETCO2 | CO2 de fin d'expiration |
| ETO | Echographie transoesophagien |
| ETT | Echographie transthoracique |
| EVA | Echelle visuelle analogique |
| FA | Fibrillation atriale |
| FEVG | Fraction d'Ejection Ventriculaire Gauche |
| FiO2 | Fraction inspirée en oxygène |
| FTI | Intégral temps force |
| FR | Fréquence respiratoire |
| JVHF | Ventilation haute fréquence/Jet-Ventilation |
| HTA | Hypertension artérielle |
| IMC | Index de Masse Corporelle |
| NACO | Nouvel Anticoagulant Oral |
| NASA | National Aeronotics and Space Administration |
| O2 | Oxygène |
| OD | Auricule Droit |
| OG | Auricule Gauche |
| ORL | Oto-rhino-laryngologie |
| PAD | Pression artérielle diastolique |
| PAM | Pression Moyenne dans les voies aériennes |
| paCO2 | Pression partielle artérielle en CO2 |
| paO2 | Pression partielle artérielle en O2 |
| PAS | Pression artérielle systolique |
| PEP | Pression expiratoire de pause |
| PIP | Pression Inspiratoire de Pause |
| PIT | Poids idéal théorique |
| PP | Pression de remplissage ventriculaire gauche |
| PRVG | Pression de pause |
| PTE | Pression télé-expiratoire. |
| RAA | Rhumatisme Articulaire Aiguë |
| RF | Radiofréquence |
| RM | Rétrécissement Mitral |
| SAOS | Syndrome d'Apnée Obstructif du Sommeil |
| SARS COV2 | Syndrome de détresse respiratoire aiguë au Coronavirus |
| SDRA | Syndrome de détresse respiratoire de l'adulte |
| SOR | Surface d'Orifice Régurgitant |

| | |
|------|------------------------------------|
| TDE | Temps de décélération de l'onde E |
| TO | Trans Œsophagien |
| TOF | Train de quatre |
| TT | Trans Thoracique |
| VC | Ventilation Conventionnelle |
| VD | Ventricule Droit |
| VEMS | Volume expiratoire maximal seconde |
| VG | Ventricule Gauche |
| VM | Volume Minute |
| VR | Volume de reflux |
| VT | Volume courant |

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Les tableaux, figures et illustrations sont répertoriés par ordre d'apparition dans le texte.

- Figure 1 (Page 34): Structure et mécanisme de fibrillation atriale. Dessin schématique d'une vue postérieure de l'auricule gauche.
- Figure 2 (Page 35): Électrocardiogramme 12 dérivations d'une fibrillation atriale.
- Figure 3 (Page 37): Vue schématique des principales stratégies de création de lésions transmuraux par radiofréquence.
- Figure 4 (Page 39): Cathéter de cartographie déca-polaire de type Lasso TM Biosense©
- Figure 5 (Page 39): Exemple de cathéter de radiofréquence type Thermacool® Biosense© avec technologie CF-sensing.
- Figure 6 (Page 40): Vue par radioscopie thoracique du placement des cathéters d'ablation, et du cathéter déca-polaire au niveau de la veine pulmonaire supérieure gauche.
- Figure 7 (Page 41): Cartographie micro voltage des lésions arythmogènes.
- Figure 8 (Page 42): Vue schématique du placement et principe d'un cathéter d'ablation de fibrillation atriale en radiofréquence (A) et cryothérapie (B).
- Figure 9 (Page 44): Interface de guidage en temps réel combinant CF et FTI pour guider le geste d'ablation.
- Figure 10 (Page 46): Variation du flux veineux pulmonaire en échocardiographie en fonction du mode de ventilation mécanique.
- Figure 11 (Page 49): Schéma montage et principe de fonctionnement de la JVHF.
- Figure 12 (Page 52): Mécanismes de transport de gaz sous JVHF.
- Figure 13 (Page 54): Influence de la PT(A)/ du rapport I/E (B) et de la fréquence (C) sur le volume courant.
- Figure 14 (Page 55): Respirateur MONSOON III SEBAC©.

- Figure 15 (Page 55): Interface du respirateur MONSOON III SEBAC®.
- Figure 16 (Page 56): Interface du respirateur MONSOON III SEBAC® lors d'une alarme d'obstruction des voies aériennes supérieure et interruption de la ventilation mécanique.
- Figure 17 (Page 67): Salle de cathétérisme d'ablation de fibrillation atriale.
- Figure 18 (Page 68): Poste de commande et de guidage de l'ingénieur biomédical.
- Figure 19 (Page 69): Vue de la salle de cathétérisme depuis le poste de commandement avec vision sur l'espace d'anesthésie.
- Figure 20 (Page 70): Schéma de l'organisation et de la place des intervenants au cours d'une procédure d'ablation de fibrillation atriale.
- Figure 21 (Page 74): Installation standard en salle de cathétérisme du patient sous anesthésie générale et sous HFJV par voie trans-glottique.
- Figure 22 (Page 78): Exemple de bases de données créées à partir lésions isolées.
- Figure 23 (Page 81): Digramme de flux du recrutement de l'étude.
- Tableau 1 (Page 82): Caractéristiques initiaux des patients.
- Figure 24 (Page 83): Courbe de survie Kaplan Meier sur la rechute de fibrillation atriale en fonction du groupe de ventilation artificielle.
- Tableau 2 (Page 84): Critères de stabilité du cathéter d'ablation de fibrillation atriale.
- Tableau 3 (Page 85): Impact hémodynamique du mode ventilatoire durant la procédure d'ablation de fibrillation atriale.
- Tableau 4 (Page 86): Impact de la ventilation artificielle sur les mesures écho cardiographique de fonction diastolique du ventricule gauche.
- Tableau 5 (Page 87): Impact respiratoire du mode de ventilation durant l'anesthésie générale en fonction du mode de ventilation artificielle.
- Tableau 6 (Page 87): Évolution per opératoire des paramètres ventilatoires en fonction du groupe d'étude.

- Figure 25 (Page 88): Corrélation entre le CO₂ mesuré sur le respirateur Monsoon III et le respirateur Aisys GE.
- Figure 26 (Page 89): Evolution du CO₂ expiré mesuré en fonction du temps et du mode de ventilation mécanique.
- Tableau 7 (Page 90): Impact du mode de ventilation artificielle sur la gestion de l'anesthésie générale.
- Tableau 8 (Page 90): Impact médico-économique du mode de ventilation au cours d'une procédure d'isolation des veines pulmonaires.
- Tableau 10 (Page 93): Traitements de sortie des patients à l'issue de la procédure d'ablation de fibrillation atriale.
- Figure 27 (Page 94): Proportion de sevrage des traitements antiarythmiques et anti coagulants en fonction des groupes de ventilation artificielle à 3 mois d'évolution.
- Figure 28 (Page 95): Type de médicaments sevrés en fonction du groupe de ventilation artificielle à 3 mois d'évolution.
- Figure 29 (Page 96): Rechute de fibrillation atriale à 6 mois d'évolution post opératoire.
- Figure 30 (Page 128): Échelle visuelle analogique standard.

1 CHAPITRE 1 : Mise au point des connaissances

1.1 Techniques d'ablation de fibrillation atriale en cardiologie interventionnelle

1.1.1 Généralités sur la fibrillation atriale

La fibrillation atriale (FA) est une arythmie supra-ventriculaire caractérisée par une activité atriale non coordonnée et très rapide ayant pour conséquence la détérioration de l'activité mécanique auriculaire gauche. Les principales conséquences de cette perte d'activité mécanique est la survenue potentielle de thrombus dans l'auricule gauche avec un risque d'événement thrombo-embolique associé et des signes de décompensation cardiaque due à une chute du débit cardiaque et une augmentation des pressions de remplissage ventriculaires.

La fibrillation atriale fait l'objet de recommandations récentes sur sa prise en charge.

(1)

La fibrillation atriale est une pathologie extrêmement fréquente, comportant de nombreux facteurs de risque, une importante comorbidité et un impact médical, social et économique conséquent. En 2010, on estime que 20.9 millions d'hommes et 12.6 millions de femmes sont atteints de fibrillation atriale dans le monde avec une incidence et une prévalence plus importante dans les pays dits développés. **(2-3)**

D'ici 2030, 14 à 17 millions de personnes seront probablement atteintes par une FA dans l'Union Européenne avec 120 000 à 215 000 de patients nouvellement diagnostiqués par an. **(2,4)**

L'incidence annuelle d'événement thrombo-embolique par accident vasculaire cérébral est estimée à 5% soit 2 à 7 fois plus élevée que dans la population standard **(5)**.

1.1.2 Physiopathologie de la fibrillation atriale

La physiopathologie de la FA est complexe. La FA est le plus fréquemment la conséquence de plusieurs mécanismes physiopathologiques associés :

- de foyers ectopiques rythmiques situés au niveau de l'abouchement des veines pulmonaires dans l'auricule gauche, capables de se dépolariser de manière anarchique.
- d'un remodelage du tissu myocardique auriculaire gauche, fibrosé, capable d'entretenir l'arythmie supra-ventriculaire. La présence de tissu myocardique hypertrophié avec des foyers de micro-fibrose est l'anomalie histologique la plus caractéristique et la plus fréquemment observée dans la fibrillation atriale.
- de facteurs intrinsèques comme des anomalies myocardiques structurelles (dilatation auriculaire gauche), inflammatoires ou des variations du système nerveux autonome, génétiques (polymorphisme mononucléotide).
- de facteurs extrinsèques transitoires comme l'hypoxie, l'anémie, la chirurgie cardiothoracique récente, les dyskaliémies.

Le remodelage histologique et structurel de l'auricule gauche à l'origine de la fibrillation atriale participe à un cercle vicieux de création et d'entretien de l'arythmie auriculaire. Ce concept de « Fibrillation atriale engendre fibrillation atriale » est une pierre angulaire dans les mécanismes physiopathologiques de formation et de persistance de la fibrillation atriale.

Les principaux mécanismes de modifications structurelles histologiques et arythmogènes sont résumés dans la **figure 1**.

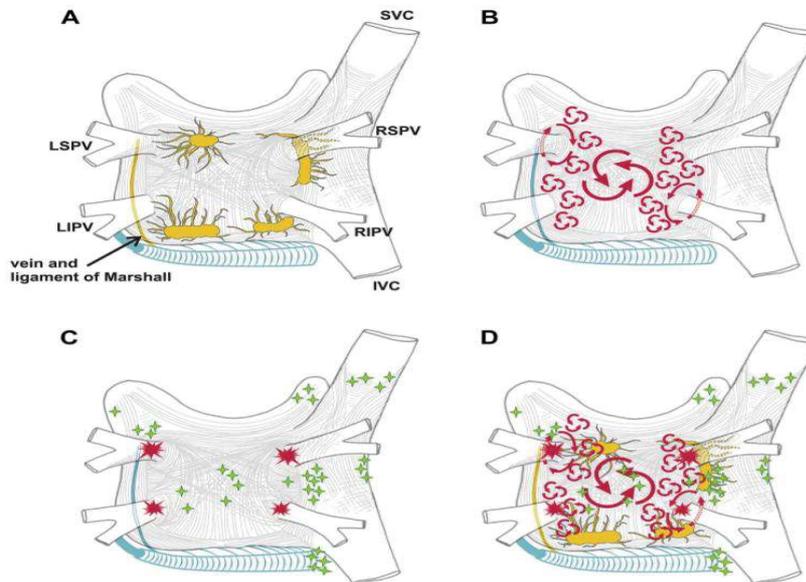


Figure 1 : Structure et mécanisme de fibrillation atriale. Dessin schématique d'une vue postérieure de l'auricule gauche. A : principaux plexi ganglionnaires autonomes. B : principaux courants de réentrées de dépolarisation à l'origine de la création et de l'entretien de la fibrillation atriale. C : Principales localisations des foyers arythmogènes des veines pulmonaires. D : Schématisations combinées de A, B et C. D'après (1). LSPV : Veine pulmonaire supérieur gauche. LIPV : Veine pulmonaire inférieure gauche. RSPV : Veine pulmonaire supérieure droite. RIPV : Veine pulmonaire inférieure droite.

1.1.3 Manifestations cliniques et bilan paraclinique.

Cliniquement, la fibrillation atriale se manifeste à l'anamnèse par des palpitations, une douleur thoracique, une dyspnée et une asthénie. Dans le cadre d'une maladie de l'oreillette ou chez les patients présentant une cardiomyopathie ou valvulopathie obstructive associée à la fibrillation atriale, le passage en fibrillation atriale peut être responsable d'une syncope.

A l'examen clinique, on peut retrouver un pouls et des bruits du cœur irréguliers et des symptômes éventuels d'insuffisance cardiaque gauche et droite. (Œdème aiguë pulmonaire, œdèmes des membres inférieurs, hépatomégalie, turgescence jugulaire)

C'est sur un électrocardiogramme que le diagnostic est établi avec l'absence d'ondes P, remplacées parfois par des ondes F, irrégulières en amplitude et de morphologies variables. Leur fréquence est de 400 à 600/min donnant à la ligne isoélectrique un aspect de trémulation. Les intervalles R-R sont irréguliers et variables, traduisant le rythme électrique irrégulier. (Figure 2)

Fibrillation atriale

Aspect typique : critères majeurs **a, b, c** et mineurs d et e

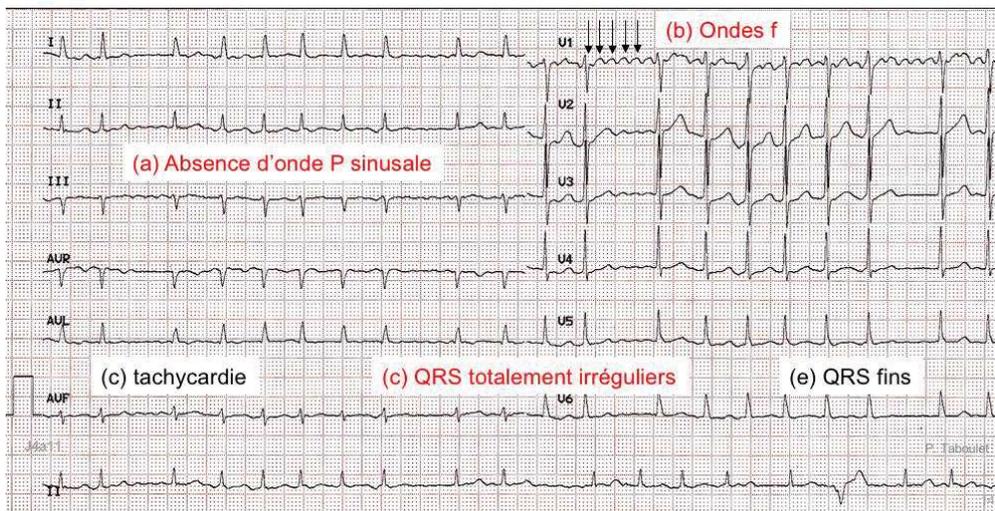


Figure 2 : Électrocardiogramme 12 dérives d'une fibrillation atriale. D'après e-cardiogram.

L'échocardiographie transthoracique est nécessaire pour déterminer les potentielles étiologies et dépister les complications de la fibrillation atriale. Elle évalue l'association de la cardiopathie rythmique avec une atteinte valvulaire, une hypertrophie ventriculaire gauche, des signes d'hypertension artérielle pulmonaire, et elle analyse la fonction ventriculaire gauche (systolique et diastolique), la surface atriale et ventriculaire et la recherche d'un thrombus intracavitaire (principalement dans l'auriculaire gauche).

Le bilan est complété par un bilan biologique plasmatique recherchant une éventuelle hyperthyroïdie par mesure de la TSH, et une évaluation du retentissement sur la fonction rénale et hépatique.

1.1.4 Procédure d'ablation de fibrillation atriale

Les techniques de cardiologie interventionnelle permettent de traiter des patients aux pathologies cardio-vasculaires lourdes sans nécessiter une chirurgie ouverte (ischémiques, rythmiques, valvulaires, ...). La cardiologie interventionnelle en rythmologie permet de traiter efficacement des troubles du rythme cardiaque au plus près de la formation de l'arythmie. (1-2)

Ces gestes nécessitent une grande précision dans leur réalisation. L'opérateur cherche à intervenir dans une zone extrêmement restreinte (l'auricule gauche) et dangereuse du fait des complications potentiellement associées (perforation, tamponnade, fistule anatomique en rapport). (1)

Le principe du traitement des cardiopathies rythmiques est de créer une série de lésions transmurales myocardiques pour isoler électriquement les foyers arythmogènes.

Dans le cas de la fibrillation atriale, les principaux foyers arythmogènes se trouvent dans l'auricule gauche et dans la partie distale des veines pulmonaires. Les principales stratégies de création de lésions transmurales pour isoler électriquement les veines pulmonaires sont indiquées sur la **figure 3**.

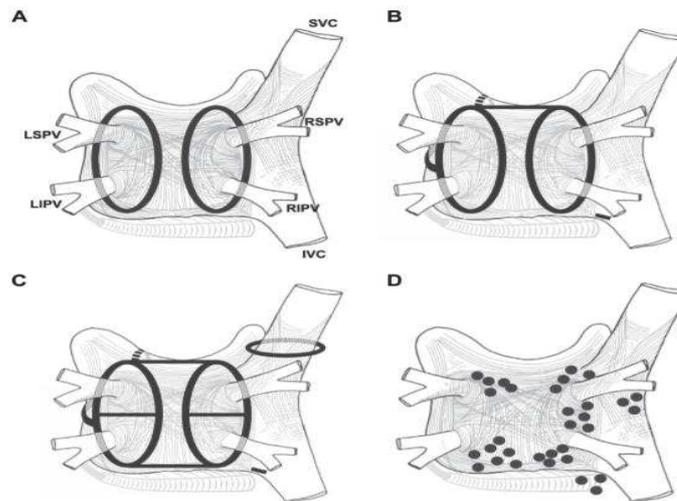


Figure 3 : Vue schématique des principales stratégies de création de lésions transmursales par radiofréquence. A : Isolation circulaire des veines pulmonaires. B : Isolation circulaire des veines pulmonaires, combinée aux lignes de toit de l'oreillette gauche. C : Isolations complémentaires entre les veines pulmonaires supérieures droites et gauches. Isolation de la veine cave supérieure. D : Sites d'ablation ponctuels. LSPV : Veine pulmonaire supérieure gauche. LIPV : Veine pulmonaire inférieure gauche. RSPV : Veine pulmonaire supérieure droite. RIPV : Veine pulmonaire inférieure droite. (1)

Pour créer des lésions d'isolement électrique, l'opérateur dispose de deux techniques de formation lésionnelles, la radiofréquence et la cryothérapie.

La technique de référence et la mieux évaluée est l'ablation par radiofréquence. (6) L'argumentaire de la Haute Autorité de Santé (6) montre que la technique d'ablation de fibrillation atriale par cryoablation en alternative à la radiofréquence est comparable en efficacité et en sécurité pour les 3 indications suivantes :

- Ablation de fibrillation atriale
- Ablation de flutter atrial
- Tachycardie par réentrée intra nodale atrioventriculaire

Il n'y a pas de données suffisantes pour recommander la cryothérapie dans les autres indications d'ablation d'arythmie endocavitaire.

Lors de la réalisation de notre étude, nous avons choisi les patients traités par radiofréquence parce que la stabilité du cathéter en cryothérapie est optimisée par la technique en elle-même.

Première phase : Ponction veineuse et ponction trans-septale :

La première phase de la procédure consiste à positionner les cathéters de cartographie et la sonde d'ablation au contact des zones arythmogènes. Les cathéters sont introduits par une ponction veineuse fémorale jusqu'à l'auricule droit. On effectue la ponction trans-septale à l'aide d'une gaine sous contrôle échographique transoesophagienne pour accéder à l'auricule gauche et positionner les cathéters.

On distingue plusieurs types de cathéters introduits :

- **Les cathéters diagnostiques quadripolaires** positionnés au niveau du sinus coronaire et permettant d'enregistrer les électrocardiogrammes et servant de stimulation de référence.
- **Les cathéters de cartographie déca-polaires** circulaires positionnés tour à tour dans l'ostium de chaque veine pulmonaire. (ex : Lasso TM, Biosense ©) **(Figure 4)**
- **Les cathéters d'ablation radiofréquence** avec technologie de recueil de critères de stabilités (CF, FTI, impédance) (ex : Thermocool Smart Touch ® Biosense © Tachticath TM) **(Figure 5)**

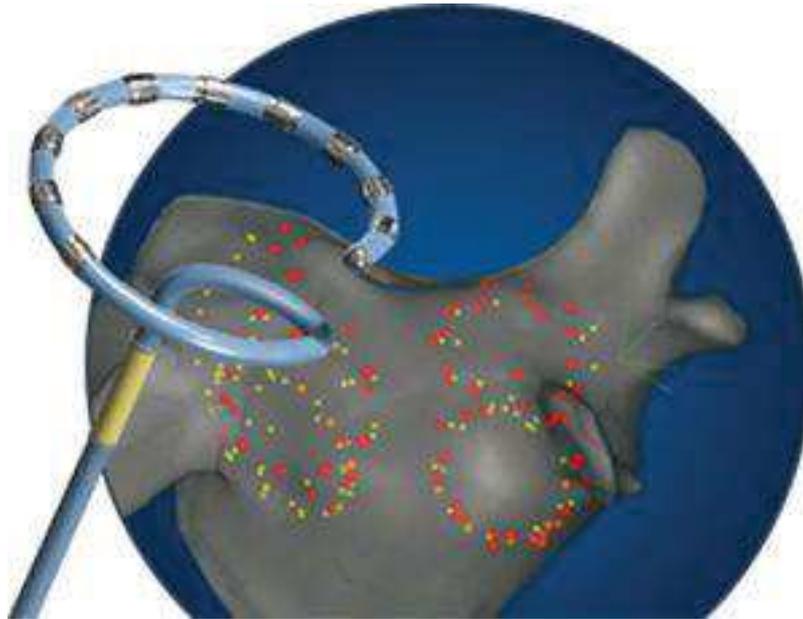


Figure 4 : Cathéter de cartographie déca-polaire de type Lasso™ Biosense ©

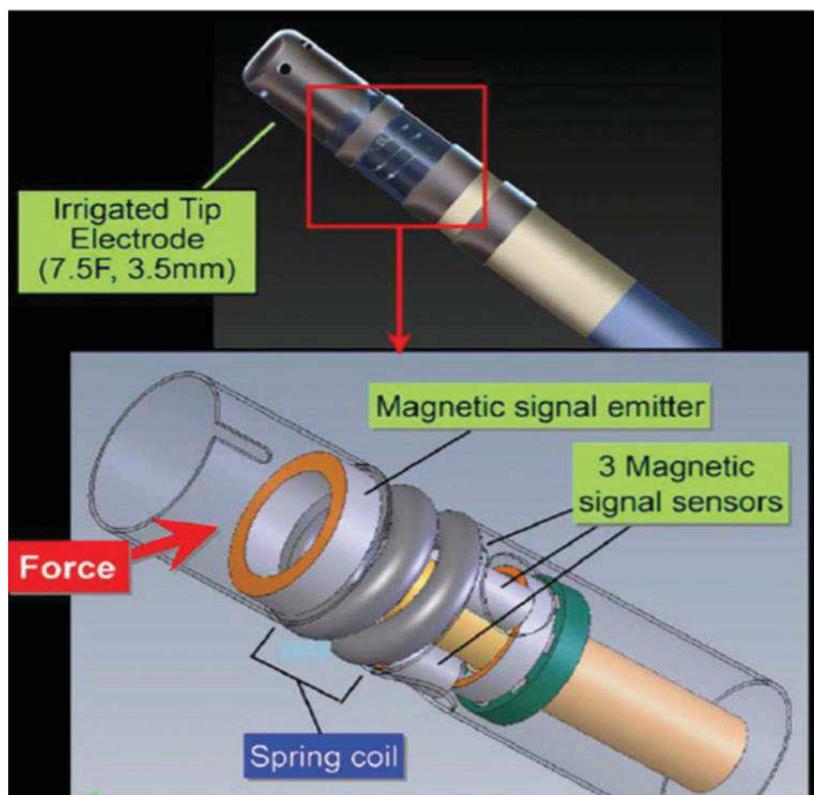


Figure 5 : Exemple de cathéter de radiofréquence type Thermocool® Biosense © avec technologie CF-sensing. D'après (7).

Une fois l'ensemble des cathéters introduits, on observe sur la **figure 6** une vue par radioscopie du placement des différents cathéters.

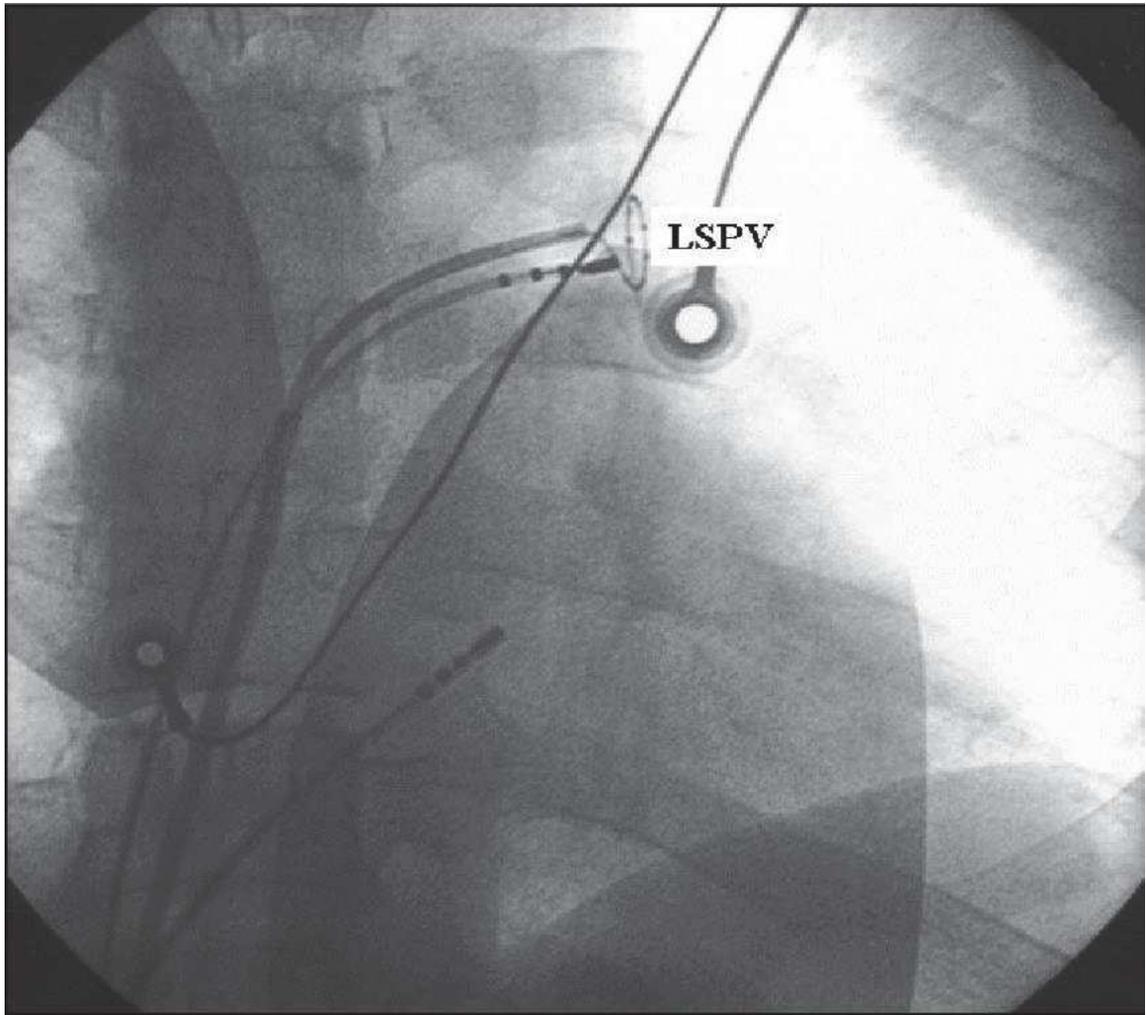


Figure 6 : Vue par radioscopie thoracique du placement des cathéters d'ablation, et du cathéter déca-polaire au niveau de la veine pulmonaire supérieure gauche. LSPV: Veine supérieure gauche.

Deuxième phase : Acquisition des données électrophysiologiques :

Après passage trans-septal auriculaire, on effectue la deuxième phase par réalisation d'une cartographie de voltage des lésions arythmogènes au sein de l'auricule gauche. **(Figure 7)** Cette cartographie est réalisée par recueil des données électrophysiologiques des cathéters de cartographie déca-polaires fusionnées à l'image tomodensitométriques de l'auricule gauche acquise en préopératoire. Cette cartographie servant à guider l'opérateur est permis grâce à des logiciels de traitement d'images et de navigation 3D. (ex : CARTO® Biosense ©) Une fois les lésions identifiées, une stratégie d'ablation par isolation électrique des lésions est décidée par l'opérateur cardiologue et l'ingénieur biomédical.

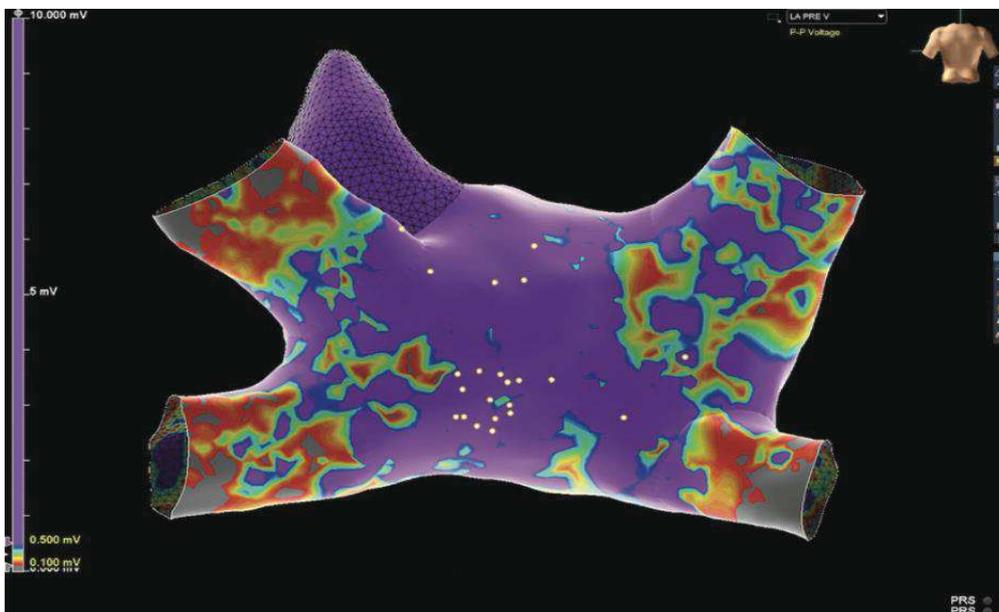


Figure 7 : Cartographie micro-voltage des lésions arythmogènes. (5)

Troisième phase : phase d'ablation par isolation des veines pulmonaires :

La phase d'ablation des lésions arythmogènes par RF consiste à appliquer par une électrode située au bout du cathéter un courant alternatif. **(Figure 8)** La conséquence est de créer une agitation cellulaire qui provoque la brûlure transmurale des cardiomyocytes par nécrose de coagulation localisée. Le tissu nécrosé perd toute propriété de conduction et de dépolarisation, permettant alors aux foyers de lésions arythmogènes d'être soit détruits, soit isolés électriquement.

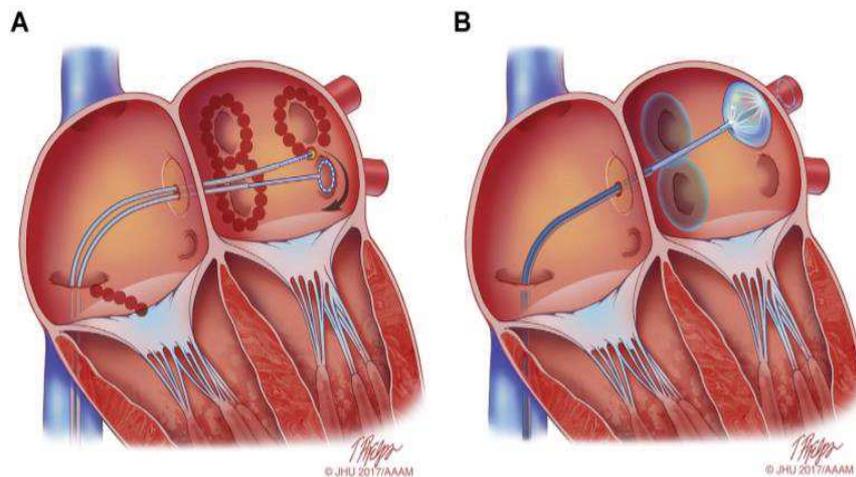


Figure 8 : Vue schématique du placement et principe d'un cathéter d'ablation de fibrillation atriale en radiofréquence (A) et cryothérapie (B). On retrouve la ponction trans septale. (1)

C'est lors de cette phase d'ablation, et plus particulièrement en radiofréquence, que la stabilité du cathéter est cruciale, afin de créer des lésions myocardiques ciblées pour isoler les veines pulmonaires.

Meilleure est la qualité des lésions créées, moins le patient présente de risque de rechute de FA. **(1, 8,9)**

Pour que des lésions transmursales isolantes soient créées au plus proche des zones arythmogènes, il faut que la source d'énergie de radiofréquence soit appliquée sur le tissu

myocardique de façon adéquate. La radiofréquence doit pouvoir créer des lésions transmurales sans devenir perforantes au risque de provoquer un épanchement péricardique pouvant se compliquer de tamponnade.

Une des difficultés de la procédure vient du fait que l'opérateur souhaite appliquer une source d'énergie provoquant une nécrose des cardiomyocytes sans provoquer de perforation.

Ainsi, il a fallu trouver des outils technologiques disponibles en temps réel pour quantifier cette application de force pour guider l'opérateur dans son geste tout en assurant une efficacité dans l'isolation des veines pulmonaires.

Une des réponses à cette problématique a été de proposer des cathéters capables de monitorer le retour de force appliquée à la paroi myocardique par le biais du monitoring de la force de contact (CF). **(Figure 4)**

Ces cathéters ont fait l'objet d'étude de faisabilité et de sécurité. **(7-9)**

Au cours de l'évaluation de ces cathéters, les équipes ont démontré que la qualité des lésions est influencée par la force de contact (CF) entre le cathéter CF-sensing et le tissu myocardique. **(10-12)**

La force de contact peut être influencée par différents facteurs modifiant le temps d'application de la force sur le tissu myocardique :

- Les mouvements respiratoires/diaphragmatiques. **(13)**
- Les modifications de pressions intra-auriculaire gauche et de volume auriculaire gauche influencées par les modifications de pressions intrathoraciques.
- Les mouvements cardiaques.

Sur la **figure 9**, il s'agit de l'interface de monitoring de la CF et du FTI (Intervalle Temps Force) en temps réel que le cardiologue utilise pour guider les lésions transmurales créées.



Figure 9 : Interface de guidage en temps réel combinant CF et FTI pour guider le geste d'ablation. (7)

1.1.5 Faire face aux modifications de la force de contact :

Afin de maîtriser les différents facteurs influençant la force de contact, on peut proposer l'association de plusieurs mesures :

- **Mouvements du patient :**

L'anesthésie générale (AG) permet une diminution des mouvements du patient. L'utilisation de l'AG pour des ablations de FA se traduit par une incidence de rechute de fibrillation atriale plus faible par rapport à l'utilisation d'une sédation. (14)

- **Mouvements respiratoires :**

La ventilation mécanique nécessaire pendant l'anesthésie générale implique des mouvements passifs diaphragmatiques indissociables d'une ventilation intermittente à pression positive.

Plusieurs équipes ont développé progressivement des adaptations des techniques ablatives pour mieux contrer ces variations de positions imposées par les contraintes ventilatoires. Ainsi se sont développées l'utilisation de la sédation profonde associée à l'utilisation de la VNI, des algorithmes informatiques d'indexation des images aux mouvements respiratoires **(15)** et l'application isolée en télé-expiratoire des courants de radiofréquence. **(16)**

L'utilisation d'un mode ventilatoire en Haute Fréquence par Jet-Ventilation (JVHF) pourrait être une alternative intéressante à l'utilisation d'une ventilation intermittente. Elle permettrait de diminuer les mouvements diaphragmatiques et d'augmenter la stabilité du cathéter par rapport à sa cible.

D'autres équipes ont réalisé ces procédures à l'aide d'une sonde d'intubation pédiatrique chez des patients sous sédation. **(17)**

- **Modification des pressions intra-auriculaires gauches, du volume auriculaire gauche et du flux veineux pulmonaire par variation de la pression intrathoracique :**

Toute ventilation artificielle implique des interactions cœur-poumon. Le traitement par JVHF est associé à modification du flux veineux pulmonaire. Les variations des pressions intra pulmonaires et intra thoraciques sont très fortement diminuées par rapport à une ventilation intermittente à pression positive classique. Il en résulte un flux veineux pulmonaire d'allure plus « continu » avec comme conséquences une probable diminution de la variation du volume et de la pression de l'oreillette gauche. **(Figure 10) (18)** Cette hypothèse pourrait signifier une variabilité moins importante des flux intra cavitaires (flux veineux pulmonaire) et

une variation moindre du volume du contenant (volume auriculaire gauche). Nous supposons donc une augmentation de la stabilité du cathéter d'ablation lors de la procédure en utilisant la JVHF.

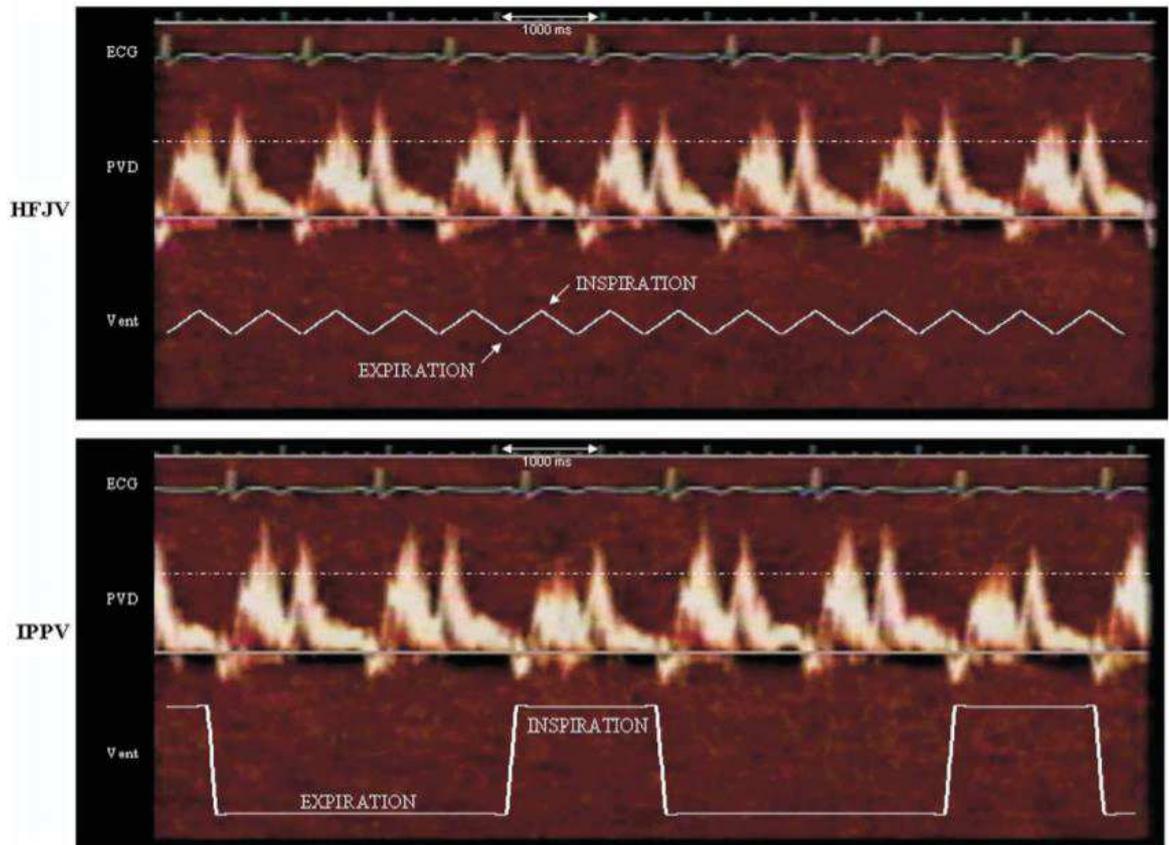


Figure 3 Continuous surface electrocardiogram (ECG), left inferior pulmonary vein Doppler flow velocity (PVD), and ventilator activity recordings (Vent: amplitude correlates with magnitude of tidal volume, and frequency with rate and duration of volume delivery) during high-frequency jet ventilation (HFJV) and intermittent positive-pressure ventilation (IPPV). Horizontal dotted lines along each PVD tracing demarcate a velocity of 0.5 m/s. Whereas PVD velocity is stable throughout the recording, velocity during IPPV demonstrates significant variation, most notably a decrement during tidal volume delivery.

Figure 10 : Variation du flux veineux pulmonaire en échocardiographie en fonction du mode de ventilation mécanique. HFJV : JVHF. IPPV : Ventilation standard. PVD : Doppler veineux pulmonaire. (18)

- Mouvements cardiaques :

L'application d'une stimulation haute fréquence endocavitaire cardiaque améliorerait la variabilité de force de contact des cathéters d'ablation couplée à la JVHF par rapport à une prise en charge standard. (19)

1.2 Jet Ventilation à haute fréquence

L'intérêt pour la JVHF est croissant dans des plusieurs disciplines (Radiologie interventionnelle, ORL, ...) **(20-22)**.

La jet-ventilation est un procédé sécuritaire dans les procédures d'ablation de fibrillation atriale. **(18,23-25)**. Cette technique de ventilation mécanique a déjà été évaluée dans des procédures d'ablation de fibrillation atriale par des études de faible-moyen niveau de preuves. **(18, 20)** On estime d'ailleurs qu'environ 14% des procédures d'ablation de fibrillation atriale en Amérique du Nord sont réalisées sous JVHF de manière routinière pour seulement 4% dans le reste du monde. **(1)**

La revue de la littérature ne retrouve pas d'étude clinique de qualité suffisante pour recommander systématiquement la JVHF dans les procédures d'ablation de FA. **(20)**

Des méthodes combinées de stabilisation du cathéter entre l'utilisation d'un cathéter dernière génération (cartographie myocardique 3D) et JVHF ont montré dans un essai contrôlé non randomisé la diminution de rechute de fibrillation atriale à 1 an. **(26)**

Nous supposons que l'immobilité diaphragmatique obtenue par l'utilisation de la JVHF permet un geste plus efficace, plus sûr et plus rapide. Associé à l'immobilité diaphragmatique, nous supposons des régimes de pressions intra-auriculaire gauche plus stable et une variation volumétrique réduite du fait d'un flux veineux pulmonaire quasi continu participent également à une meilleure stabilité du cathéter. Le bénéfice collectif serait de permettre des lésions de qualité, en un temps réduit et de diminuer les risques opératoires liées aux complications du geste.

1.2.1 Principe, définition de la Jet Ventilation

Le principe est d'insuffler dans les voies aériennes un mélange gazeux à haute fréquence et haut débit à travers un injecteur de faible diamètre. La conséquence est la création d'un volume respiratoire courant faible (3ml/kg de poids idéal théorique (PIT)) réduisant ainsi l'amplitude des mouvements diaphragmatique. **(27)**

La JVHF est une ventilation définie par l'injection d'un mélange gazeux air-oxygène à haute pression dans les voies aériennes à travers un injecteur de faible diamètre (2mm chez l'adulte). Une valve solénoïde tronçonne le flux gazeux jusqu'à une fréquence de 600/min. **(Figure 11) (28)**

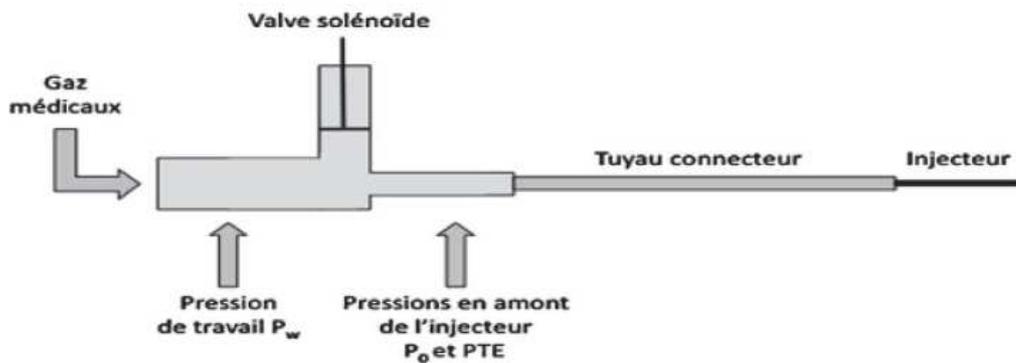


Figure 11 : Schéma de montage et principe de fonctionnement de la HFJV. D'après (28).

La pression de travail initiale dans le circuit d'éjection se réduit rapidement en se transforme en énergie cinétique au niveau de l'injecteur. (29) L'énergie cinétique dégagée provoque un effet Venturi (principe d'accélération de flux gazeux dans une zone à diamètre rétrécie) au niveau des voies aériennes entraînant un volume d'air « aspiré ». L'effet venturi à tendance à diminuer la FiO2 dans le mélange gazeux entraîné.

Au début de l'insufflation du ventilateur, la pression des voies aériennes est supérieure à la pression au niveau de l'extrémité de l'injecteur. Ce n'est qu'une fois que la pression est supérieure à l'extrémité de l'injecteur que le gradient de pression permet à un volume de mélange gazeux de rentrer dans les voies aériennes. Ce volume de gaz est directement influencé par la compliance des voies aériennes. Plus la compliance du système respiratoire est importante et plus le volume de gaz entrant dans les voies aériennes est important. Le volume de gaz insufflé est également influencé par la résistance à l'écoulement du mélange gazeux dans les voies aériennes. Plus les résistances sont importantes, plus le volume de gaz insufflé est faible pour une même pression de travail. (29)

Pour la phase expiratoire, lorsque la pression à l'intérieur des voies aériennes est supérieure à la pression à l'extrémité de l'injecteur que le gaz peut s'échapper par gradient de pression inverse sous réserve d'une perméabilité des voies aériennes. Le volume reflué se nomme volume de reflux (V_r).

Le volume délivré au patient dépend donc de la pression de travail du respirateur, du temps d'insufflation, de la résistance à l'écoulement du gaz (selon la résistance des voies aériennes et de la compliance du système respiratoire), du diamètre de l'injecteur et de sa longueur (selon la loi de Poiseuille). **(27)**

La ventilation alvéolaire (V_a) du patient va dépendre du volume délivré (V_d) par le respirateur, du volume entraîné par effet venturi (V_e), de la fréquence d'administration du respirateur (FR). Le volume alvéolaire est donc calculé par le produit de la fréquence avec le volume courant (V_t).

$$V_a = V_t \times FR$$

avec $V_t = (V_d + V_e) - V_r$.

Le faible volume courant généré par la ventilation haute fréquence suggère que d'autres mécanismes que la convection des gaz soient impliqués dans le transport des gaz : **(29)**

- **Le débit direct principal** : la partie du débit inspiratoire atteignant les alvéoles pulmonaires, est responsable des échanges gazeux par mécanisme de convection.
- **La dispersion longitudinale (Effet Taylor)** : la rencontre entre les zones de convection et de diffusion crée des tourbillons qui s'étendent secondairement. Une partie de ces gaz peut se mélanger avec le gaz alvéolaire et augmenter ainsi la part de ventilation alvéolaire par convection.
- **Les phénomènes pendulaires** : les différentes constantes de temps de diffusion du gaz dans les alvéoles proches aboutissent à une répartition différente du gaz. Les alvéoles qui offrent le plus de compliance se remplissent davantage puis se vident dans les alvéoles adjacentes générant ainsi d'autres mouvements gazeux et participants aux mouvements de redistribution du gaz aux alvéoles.
- **Le profil des vitesses asymétriques** : la progression du gaz au sein des voies aériennes présente un profil de vitesse parabolique avec des vitesses plus élevées au centre des voies aériennes par rapport aux vitesses proches des parois. Le front de gaz situé au centre des voies aériennes progresse plus vite et plus loin dans les voies aériennes que le gaz en périphérie qui a tendance à refluer vers les voies aériennes supra-glottique.
- **Le mixing cardiogénique** : les zones alvéolaires proches du tissu cardiaque présentent des mouvements gazeux provoqués par les battements cardiaques.
- **La diffusion moléculaire** : on retrouve des mouvements gazeux liés à la diffusion passive des molécules à travers la membrane alvéolo-capillaire.

La **figure 12** montre l'ensemble des mécanismes de transport de gaz sous JVHF. (30)

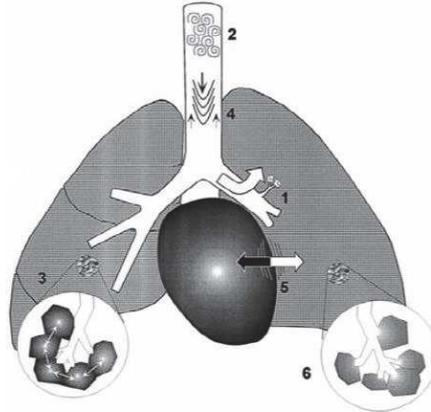


Figure 12 : Mécanismes de transport de gaz sous HFJV (30). 1. Débit principal. 2. Dispersion longitudinale. 3. Phénomènes pendulaires. 4. Profil de vitesse asymétrique. 5. Mixing cardiogénique. 6. Diffusion alvéolaire.

1.2.2 Interaction patient ventilateur

La compréhension des réglages du ventilateur de JVHF nécessite la maîtrise de la physiologie des échanges gazeux alvéolaires comprenant l'oxygénation et l'élimination du CO₂ et des composantes de la mécanique ventilatoire d'un patient sous anesthésie générale.

– Oxygénation :

L'oxygénation dépend de la pression moyenne dans les voies aériennes. A l'état d'équilibre, c'est la résultante du débit inspiratoire en gaz généré par le ventilateur opposé à la résistance du gaz s'écoulant à l'expiration. L'augmentation de la pression moyenne au sein des voies aériennes s'effectue majoritairement par le biais de l'augmentation de la pression de travail du ventilateur. Cette augmentation de pression moyenne peut également se faire lors du phénomène d'inflation dynamique par séquestration d'un volume de gaz générateur d'un niveau de pression donné au sein des alvéoles. Ce phénomène survient lorsque les

résistances à l'écoulement gazeux passif lors de l'expiration sont trop importantes ou que la constante de temps nécessaire à l'écoulement du gaz est trop courte entre deux insufflations. Le phénomène d'inflation dynamique peut se rencontrer lors d'un réglage de fréquence respiratoire trop élevé, ou un d'un temps expiratoire insuffisant pour permettre l'expiration complète.

L'oxygénation est directement liée à la fraction inspirée en oxygène du mélange gazeux injecté par le ventilateur de JVHF. Cependant, il est important de considérer que le système de JVHF est un système ouvert indispensable à l'expiration du gaz. Le transport du gaz s'accompagne donc d'un effet Venturi qui tend à diminuer légèrement la fraction inspirée en oxygène par entraînement de gaz non enrichi en oxygène (air ambiant).

– **Décarboxylation :**

L'élimination du CO₂, Rouby et al ont utilisé une méthode de spectrométrie de flux pour déterminer les principaux déterminants de l'élimination du CO₂. **(31)** Les principaux déterminants sont la fréquence respiratoire et la pression de travail du respirateur de jet-ventilation. Plus le volume courant (V_t) est important, plus l'élimination du CO₂ est importante. **(30)** Le temps inspiratoire et le rapport temps inspiratoire sur temps expiratoire joue un moindre rôle dans cette étude. Les auteurs retrouvent une relation étroite entre élimination du CO₂ et volume courant absolu généré mais pas de relation entre élimination du CO₂ et ventilation alvéolaire, produit du volume courant V_t et de la fréquence respiratoire.

L'influence des différents réglages du ventilateur de JVHF sur le (V_t) et le (V_m) est repris sur la **figure 13. (31)**

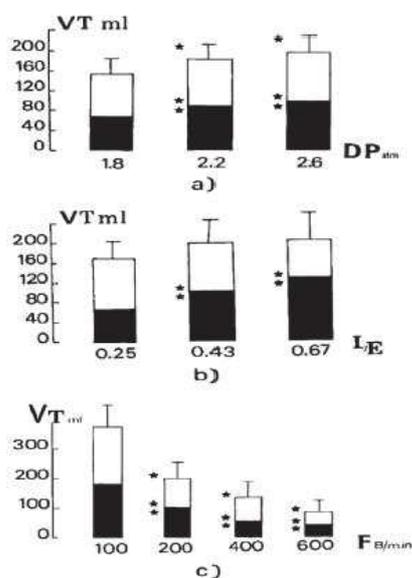


Figure 13 : Influence de la $PT(A)$ / du rapport I/E (B) et de la fréquence (C) sur le volume courant. D'après (31).

Il est difficile de proposer des réglages standards pour les patients traités par JVHF pour assurer à la fois les besoins en oxygénation et en élimination du CO_2 tant les données de la littérature sont discordantes et la physiopathologie de la ventilation haute fréquence est complexe. Les réglages doivent donc être adaptés aux variations de compliance, résistance des patients et personnalisés à chaque patient et à chaque situation clinique rencontrée.

Le monitoring du CO_2 après 5 insufflations en pression contrôlée avec ventilation à fuite est utilisé pour estimer la $paCO_2$ avec l'utilisation d'un équivalent de $ETCO_2$.

Le monitoring de la pression télé-expiratoire (PTE), aussi nommée pression de pause (PP) est primordiale pour prévenir tout risques de sur distension pulmonaire.

La pression de pause (PP) est mesurée au niveau de l'injecteur quelques millisecondes avant l'insufflation suivante. Elle représente la somme des pressions intra-trachéale et de la pression résiduelle de l'espace mort du système injecteur en relation avec la décompression des gaz. Le gaz comprimé à l'insufflation dans le système injecteur doit avec suffisamment de

temps pour s'évacuer au moment de l'expiration. Si ce n'est pas le cas, le risque est d'insuffler un flux continu de gaz sans expiration possible amenant à une sur distension pulmonaire avec un risque majorée de pneumothorax. En pratique il faut utiliser une gamme d'injecteur et une tubulure connecteur spécifique à une gamme de temps expiratoire donné. Ceci a été étudié pour les respirateurs Monsoon III Acutronic © distribués en France par la société SEBAC ©.

(32) Il permet l'insufflation jusqu'à ce que la pression chute de 20% de sa valeur limite.

Les figures 14 et 15 montrent le respirateur et l'interface présente sur le respirateur SEBAC© MONSOON III permettant de réaliser les principaux réglages de ventilation et d'en monitorer les effets sur les volumes et les pressions.



Figure 14 : Respirateur MONSOON III SEBAC ©.



Figure 15 : Interface du respirateur MONSOON III SEBAC ©.

Le monitoring de la pression des voies aériennes (PIP) est uniquement possible avec les cathéters double lumières à conduite de mesure séparée. La pression actuelle des voies aériennes du patient est affichée sous forme de graphique et numérique sur l'unité de commande. Elle permet l'interruption de l'insufflation si la PIP dépasse une valeur définie, puis une reprise de cette valeur après la chute de cette pression. On montre sur la **figure 16** un exemple d'interruption d'insufflation lorsque la PIP est trop élevée.

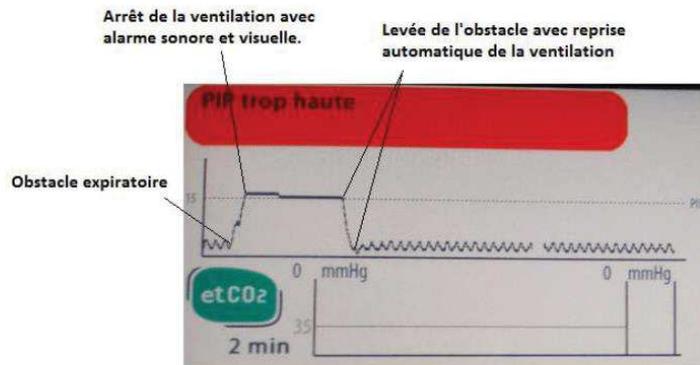


Figure 16 : Interface du respirateur MONSOON III SEBAC © lors d'une alarme d'obstruction des voies aériennes supérieures et interruption de la ventilation mécanique. (22)

Le monitoring continu de la mesure du CO₂ sur le cathéter de JVHF à double lumière est peu précis à cause du gradient entre le CO₂ expiré et la paCO₂ secondaire au mélange entre gaz inspirés et expirés. (33) Pour avoir un échantillon de gaz représentatif, le respirateur MONSOON III SEBAC © peut réaliser un cycle de 5 inspirations prolongées associé à une expiration passive d'au moins 10secondes, permettant un wash-out alvéolaire et proposant donc une mesure d'EtCO₂ correctement corrélée à la paCO₂.

1.2.3 Complications et contre-indications de la Jet Ventilation

Complications

Les complications potentielles du patient traité par JVHF sont les suivantes :

– **Le barotraumatisme :**

Le barotraumatisme survient lorsque le circuit de ventilation de JVHF présente un obstacle à l'expiration. On peut se prévenir de la survenue de cette complication en monitorant la pression des voies aériennes (PIP) via la conduite de gaz spécifique sur l'injecteur double lumière et en fixant une limite maximale de PIP à partir de laquelle l'injection des gaz s'arrête.

Le barotraumatisme peut également survenir lors le gaz comprimé au moment de l'inspiration n'a pas suffisamment de temps pour se décompresser à l'expiration avec un risque de sur distension pulmonaire. Le monitoring de la pression de pause (PP/PTE) permet de se prévenir de ce risque et bloque l'injection de gaz en cas de pression « télé-expiratoire » encore trop élevée.

En dehors de tout mécanisme de sur distension pulmonaire, le pneumothorax peut survenir par lésion directe de la muqueuse trachéale par l'extrémité distale du cathéter. **(34)** Un moyen de se prévenir de ce risque est de mesurer la longueur de l'injecteur et de ne pas dépasser la position distale de la sonde d'intubation. Dans la majorité des cas, le pneumothorax est bénin et ne nécessite pas de drainage thoracique. **(35, 36)**

Par les mêmes mécanismes que le pneumothorax, certains patients ont présenté un emphysème sous cutanée et un pneumo médiastin. Il existe un risque théorique mais faible d'embolie gazeuse. **(28)**

– **L'hypoventilation alvéolaire :**

L'hypoventilation alvéolaire résulte d'une augmentation anormale du volume de reflux pouvant être expliquée par une diminution globale sévère de la compliance du système respiratoire. Cette situation est rencontrée chez les patients insuffisants respiratoires chroniques restrictifs comme c'est le cas chez certains patients obèses morbides. **(37)**

Chez les patients atteints de BPCO sévères, l'augmentation du volume de reflux est causée dès la sortie de l'injecteur par une augmentation des forces résistives bronchiques. **(38)**

– **Les ruptures gastriques :**

Les ruptures gastriques sont des situations rencontrées lors de la migration secondaire de l'injecteur en intra-œsophagien chez des patients sans intubation orotrachéale. **(39)**

– **L'hypothermie :**

C'est une complication plus fréquente résultante du mécanisme de décompression du gaz où la température du gaz injecté descend sous les 15°C. Elle peut se rencontrer lors d'intervention d'une durée de plus de 30 minutes. Un des moyens de prévention de cette complication est la confection d'un système de réchauffement et d'humidification des gaz dans les respirateurs de dernière génération. Ce système d'humidification a pour but de prévenir les bouchons muqueux des voies aériennes.

Contre-indication

Les contre-indications de la JVHF découlent du mécanisme de fonctionnement du respirateur :

- **BPCO sévère avec VEMS < 1500ml/s :**

Cette situation est la situation où le patient présenterait des risques de sur distension thoracique compliqué de pneumothorax, pneumo médiastin ou emphysème sous cutanée avec une résistance à l'écoulement expiratoire passif du gaz ou une augmentation du volume de reflux amenant à l'hypoventilation alvéolaire par augmentation des résistances bronchique.

- **Obésité morbide avec IMC > 40kg/m² :**

Cette contre-indication découle également de l'augmentation du volume de reflux par une diminution de la compliance des voies aériennes due à l'obésité morbide chez des patients parfois insuffisants respiratoires connus, ou présentant un syndrome obésité-hypoventilation. Le risque est donc l'hypoxémie associée à l'hypercapnie.

- **Pneumothorax récent < 1 mois, Chirurgie thoracique récente < 1 mois :**

Pour les mêmes raisons, il est contre indiqué de pratiquer la JVHF à risque de barotraumatisme dans une situation où le patient présente un pneumothorax ou une chirurgie thoracique récente.

2 CHAPITRE 2 : ETUDE JET-CI

2.1 INTRODUCTION

Les techniques de cardiologie interventionnelles sont incontournables pour le traitement curatif des cardiopathies rythmiques sur fibrillation atriale. **(1-2)**

Les techniques d'ablation par radiofréquence sont des techniques habituellement utilisées en cardiologie interventionnelle. Une série de lésions transmurales myocardiques est réalisée par radiofréquence pour isoler électriquement les foyers arythmogènes en regard des veines pulmonaires de l'auricule gauche.

La qualité des lésions est directement influencée par la force de contact (CF) entre les cathéters d'ablation CF-sensing et le tissu myocardique. **(10-12)**

La qualité des lésions myocardiques transmurales créées lors de l'intervention influence directement l'absence de rechute de fibrillation atriale des patients. **(10-12)**

La force de contact est variable du fait des flux intracardiaques et des mouvements respiratoires. Une application d'une force trop importante est dangereuse si la lésion devient perforante. **(13)**

La ventilation contrôlée d'un patient sous anesthésie générale permet partiellement de contrôler les mouvements respiratoires. L'opérateur applique la radiofréquence en phase télé-expiratoire du cycle respiratoire. Néanmoins, l'opérateur reste confronté à une modification du volume et de la pression auriculaire gauche lié à la variation de pression positive dans le thorax induite par la ventilation mécanique. **(15)**

Le principe de la JVHF est d'insuffler dans les voies aériennes un mélange gazeux à haute fréquence et haut débit à travers un injecteur de faible diamètre. La conséquence est la création à haute fréquence de volumes courants de faibles diminuant ainsi l'amplitude des mouvements diaphragmatiques et rendant les flux veineux pulmonaire quasi continus. **(18, 27)**

L'objectif principal de l'étude est de comparer l'incidence de rechute de fibrillation atriale à 3 mois chez les patients traités par radiofréquence sous ventilation intermittente à volume contrôlée avec l'incidence des patients ventilés par JVHF.

Les objectifs secondaires sont l'évaluation de la stabilité du cathéter per-procédure, le confort de l'opérateur, l'impact hémodynamique et ventilatoire de la JVHF, la réduction du temps opératoire, les complications post-opératoires, le devenir des patients, la diminution des rechutes de FA à 6 mois. Nous estimons que les critères choisis s'amélioreront comme décrit dans la littérature sur des études de faible preuve scientifique. **(8, 14, 16)**

2.2 MATERIEL ET METHODES

2.2.1 Objectifs de l'étude

2.2.1.1 *Objectif principal*

L'objectif principal de l'étude est d'évaluer l'incidence de rechute de fibrillation atriale à 3 mois des patients opérés d'une procédure d'ablation de fibrillation atriale par radiofréquence.

2.2.1.2 *Objectifs secondaires*

Les objectifs secondaires sont d'évaluer les critères de stabilité du cathéter d'ablation durant l'intervention, le confort de l'opérateur, l'impact hémodynamique de la ventilation mécanique per-opératoire, l'impact sur la ventilation per opératoire, l'évolution clinique post-opératoire du patient et la survenue de complications périopératoire.

2.2.2 Critères d'évaluation

2.2.2.1 *Critère d'évaluation principal*

Le critère d'évaluation principal est la survie du patient sans rechute de fibrillation atriale dans les 3 mois suivant l'intervention d'ablation de fibrillation atriale documenté par une consultation spécialisée en cardiologie comprenant un examen clinique, un ECG ou holter ECG.

2.2.2.2 Critères d'évaluation secondaires :

Les critères d'évaluation secondaires sont les suivants :

2.2.2.2.1 Stabilité du cathéter

- EVA stabilité du cathéter par l'opérateur : recueil en fin d'intervention sur échelle visuelle analogique. (Annexe 1)
- EVA stabilité diaphragmatique par l'opérateur : recueil en fin d'intervention sur échelle visuelle analogique. (Annexe 1)
- Force de contact (CF max, CF min, CF moyenne) (g) : données recueillies sur les bases de données de mesures informatisées des paramètres d'ablation du patient opéré.
- Intégral Force-temps (FTI) ou Ablation Index (g/s) : données recueillis comme la CF.
- Puissance délivrée par le cathéter par tir (W) : donnée recueillie comme la CF.
- Nombre de lésion par tir (si cathéter stable 1 lésion = 1 tir) (Rapport)

2.2.2.2.2 Évaluation hémodynamique

- Incidence des événements hémodynamiques significatifs (hypotension artérielle, tachycardie > 100/min, Bradycardie < 50/min, durées)
- Traitement des événements hémodynamiques significatifs : durée de traitement.

2.2.2.2.3 Évaluation des complications Cardiologiques

- Tamponnade/ épanchement péricardique significatif : Incidence.
- Saignement point de ponction fémoral, hématome du scarpa : Incidence.
- Événement embolique : Incidence.
- Évaluation des complications liées à la JVHF : Barotraumatisme (pneumo thorax et médiastin) : Incidence.

2.2.2.2.4 Évaluation de la ventilation

- SpO2
- ETCO2 : Mesuré sur le respirateur Aisys.
- Hypercapnie en fin d'intervention (Augmentation de l'etCO2 > 30%) : Incidence.
- FiO2, paramètres des réglages du respirateur.
- Complications respiratoires : désaturation < 90%,

2.2.2.2.5 Évaluation de l'impact sur l'anesthésie

- Durée totale d'anesthésie générale (minutes)
- Doses totales de médicaments sédatifs (Hypnotiques et morphiniques)

2.2.2.2.6 Durées opératoires :

- Durées des phases opératoires. (Cartographie, isolation électrique des veines pulmonaires droites, et veines pulmonaires gauches, durée totale du geste)
- Nombre de lésions à isoler en fonction du groupe
- Dose d'irradiation totale (mGray.cm²)
- Durée totale de radiofréquence durant l'intervention (secondes)

2.2.2.2.7 Évaluation sur le devenir du patient :

- Traitement de sortie des patients : classes thérapeutiques anti arythmique, anti-coagulants.
- Possibilité de sevrage des traitements antiarythmiques et anticoagulants.
- Survie sans rechute de fibrillation atriale (si données disponibles)

2.2.3 Plan expérimental

Il s'agit d'une étude contrôlée, monocentrique, randomisée, en groupes parallèles.

L'attribution du groupe peut être considérée comme randomisée car elle dépendait uniquement de la disponibilité du respirateur de JVHF Monsoon III. Si le matériel était disponible, le patient a bénéficié de la ventilation par JVHF, sinon il a bénéficié d'une ventilation en volume intermittente standard.

2.2.3.1 *Population étudiée*

2.2.3.1.1 Critères d'inclusion

Les critères d'inclusions sont les suivants :

- Patient Majeur > 18 ans
- Consentement non-opposition recueilli
- Éligible à procédure d'ablation programmée par Isolation de la veine pulmonaire par Radiofréquence
- Première procédure d'ablation de fibrillation atriale

2.2.3.1.2 Critères de non-inclusion

Les critères de non-inclusions sont les suivants :

- Patient sous tutelle ou curatelle
- Contre-indication à JVHF : Trouble ventilatoire obstructif (BPCO avec VEMS < 1500ml), Pneumothorax récent (<1mois), chirurgie thoracique récente (<1mois), obésité morbide (IMC > 40)

Le recrutement est prévu à la visite préanesthésique par un médecin anesthésiste-réanimateur référent pour la procédure d'ablation de FA après recherche des contre-indications à la JVHF.

La période d'inclusion est définie en fonction du programme opératoire sur la période d'inclusion. En pratique, nous procédons à une analyse intermédiaire à 3 mois avec une période d'inclusion prévue du 02/02/2020 au 01/05/2020 afin de permettre l'étude de la survenue de rechute de fibrillation atriale à 3 mois de la procédure, le temps nécessaire à la rédaction de l'étude, et la soutenance du travail de thèse avant le 01/11/2020.

L'information sur les modalités ventilatoires a lieu en consultation d'anesthésie, au plus tard la veille de l'intervention au moment de la visite préopératoire après information claire loyale et appropriée. L'investigateur vérifie les critères d'inclusion, de non-inclusion et détaille les modalités de la recherche au patient. Il remet un document d'information au patient qui dispose d'un délai de réflexion avant signature du consentement de non-opposition de traitement de données.

La date à laquelle le sujet a accepté de participer à la recherche est notée dans le dossier médical, de même, que la date éventuelle d'opposition à sa participation, le cas échéant.

Le jour de l'inclusion, le médecin investigateur vérifie l'ensemble des éléments du dossier médical et anesthésique, que le patient est bien informé du protocole de recherche, et que l'ensemble des éléments nécessaires à l'inclusion soit disponible (critères d'inclusions respectés, critères de non-inclusions respectés).

Le patient répondant à l'ensemble des critères de l'étude et ayant signé le protocole est « randomisé » dans un des deux bras de l'étude en fonction de la disponibilité du matériel de JVHF (disponibilité aléatoire du fait de l'utilisation conjointe du matériel de JVHF sur plusieurs sites) :

- **Groupe A : expérimental** : ventilation mécanique par JVHF.
- **Groupe B : standard** : ventilation mécanique classique protectrice.

2.2.3.2 Déroutement pratique de l'étude

2.2.3.2.1 Installation en salle de cathétérisme

Les procédures d'ablation de fibrillation atriale ont lieu dans la salle hybride de cardiologie interventionnelle du Nouvel Hôpital Civil.

On retrouve sur **la figure 17** cette salle entièrement dédiée à cette procédure avec des équipements spécifiques tels que :

- Du matériel de radioscopie.
- Un échographe dédié pour guider la ponction trans septale et la ponction veineuse.
- Des écrans de contrôle à paramètres multimodaux pour l'opérateur.
- La table d'opération compatible avec la réalisation de radioscopie.
- Du matériel de purge des cathéters.
- Du monitoring d'anesthésie.
- Une station d'anesthésie.

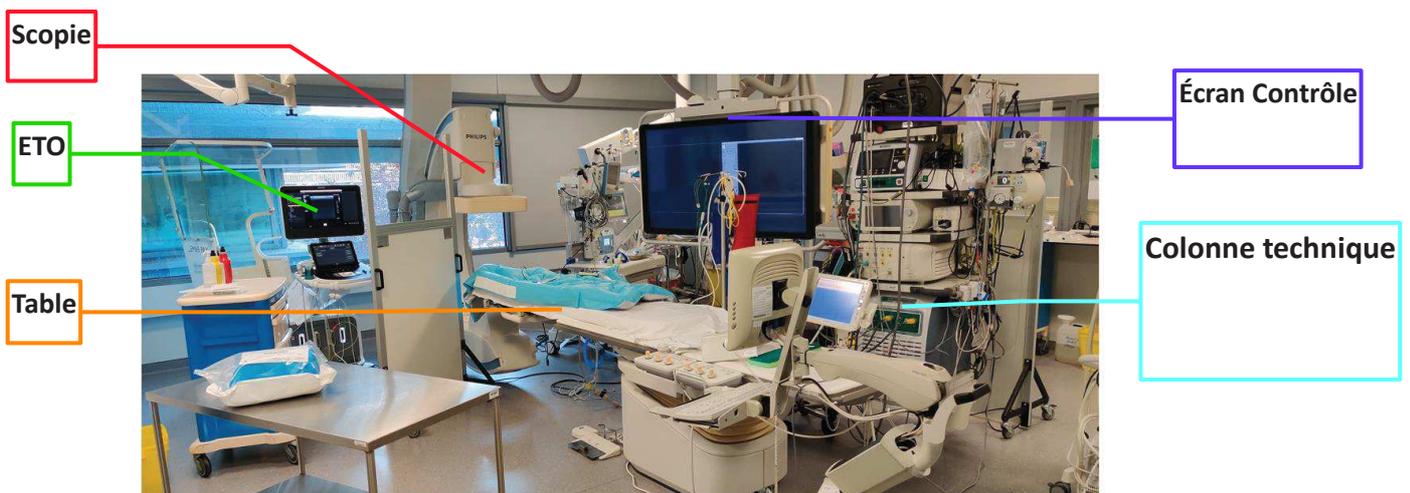


Figure 17 : Salle de cathétérisme d'ablation de fibrillation atriale.

La salle de cathétérisme présente une salle annexe où est disposé le poste de commande et de guidage de l'ingénieur biomédical. Elle dispose de l'ensemble des écrans de contrôle et des consoles utilisées pour l'acquisition des cartes de voltage et pour régler les paramètres d'ablation. Cette salle est protégée des rayons ionisants. **(Figure 18)**

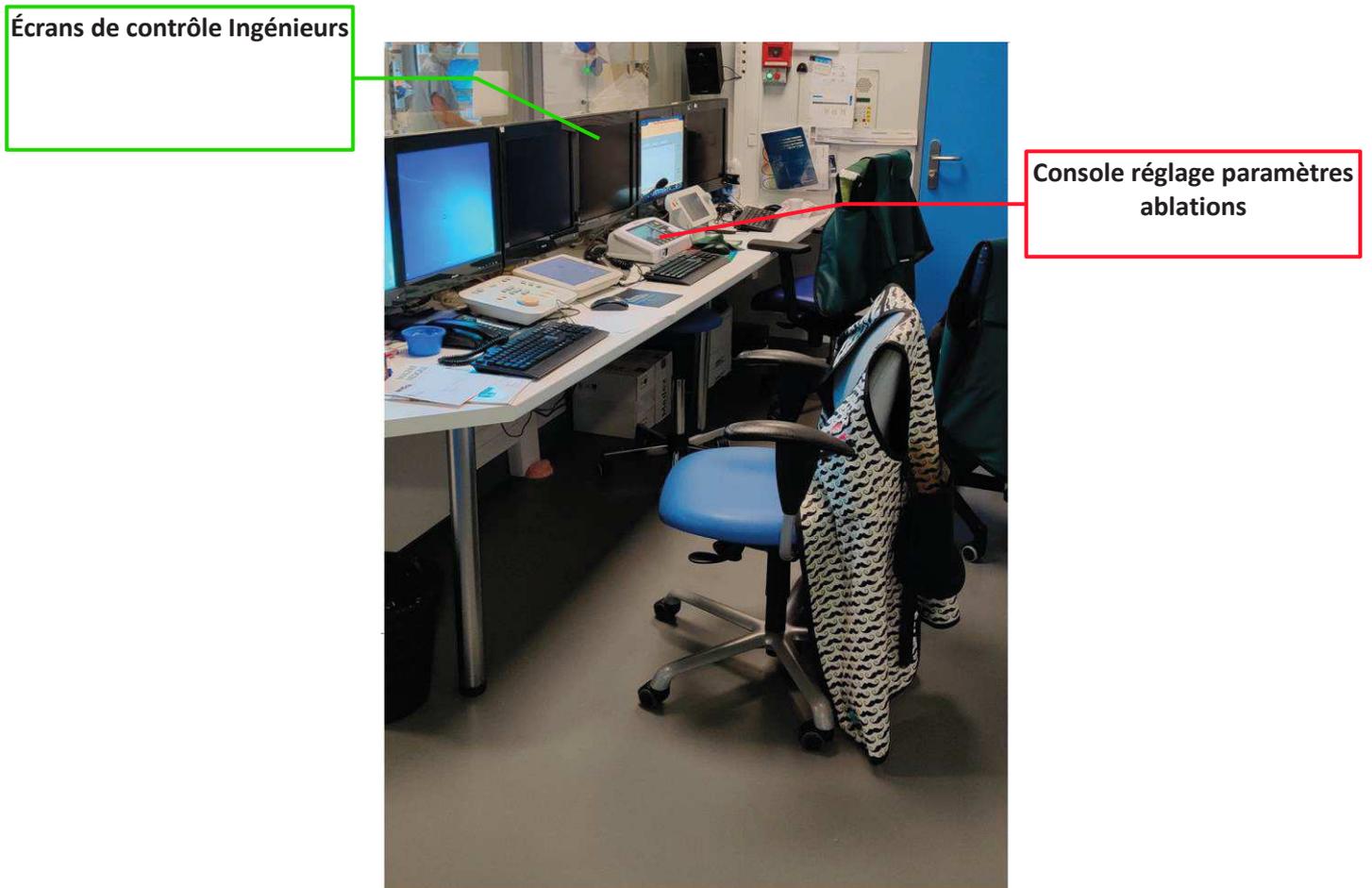


Figure 18 : Poste de commande et de guidage de l'ingénieur biomédical.

Depuis cette salle annexe, on visionne directement la salle d'opération, le monitoring et la station d'anesthésie. **(Figure 17)**

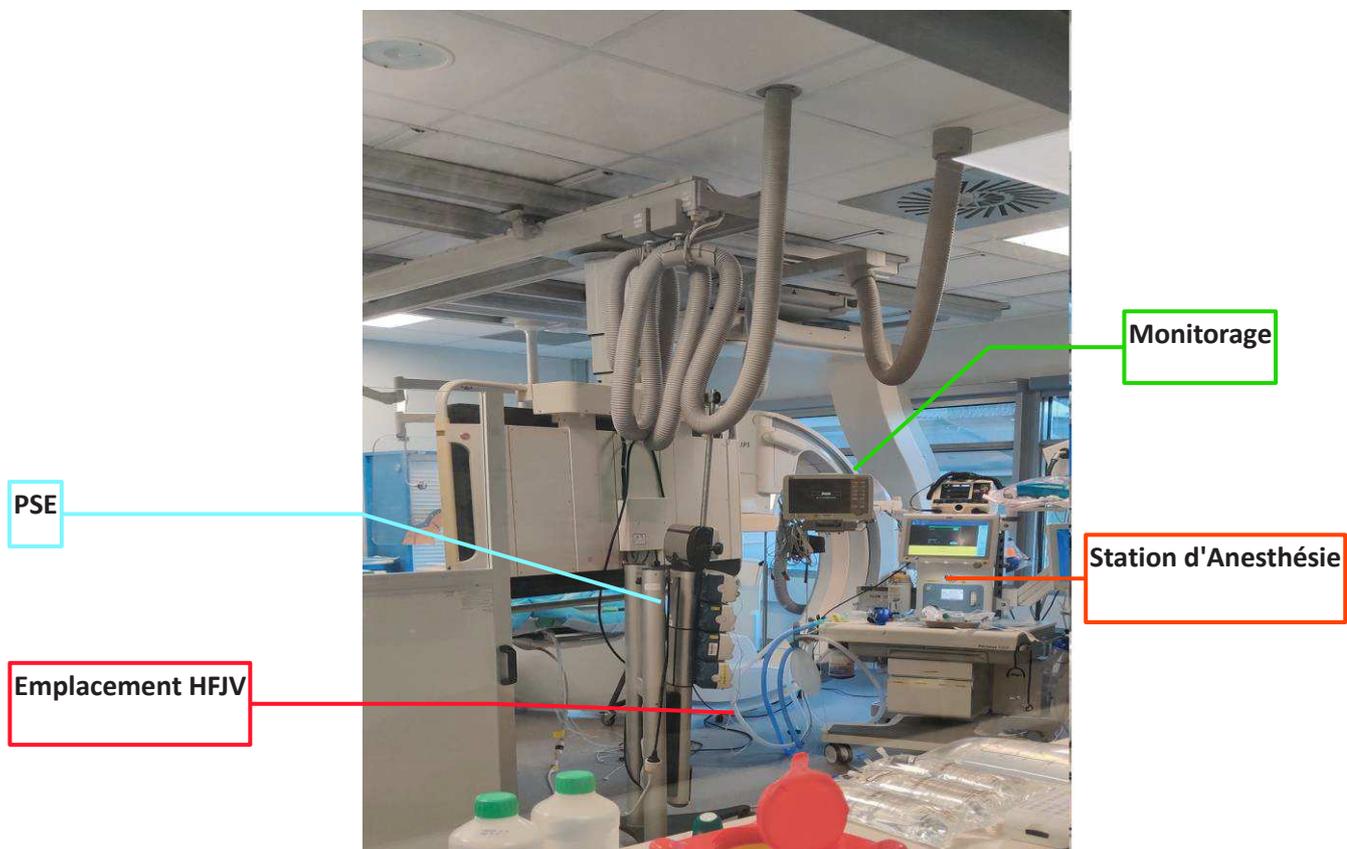


Figure 19 : Vue de la salle de cathétérisme depuis le poste de commandement avec vision sur l'espace d'anesthésie.

L'organisation des différents intervenants, la place du patient et du matériel nécessaire à la prise en charge du patient lors de cette procédure est résumée sur la **figure 20**.

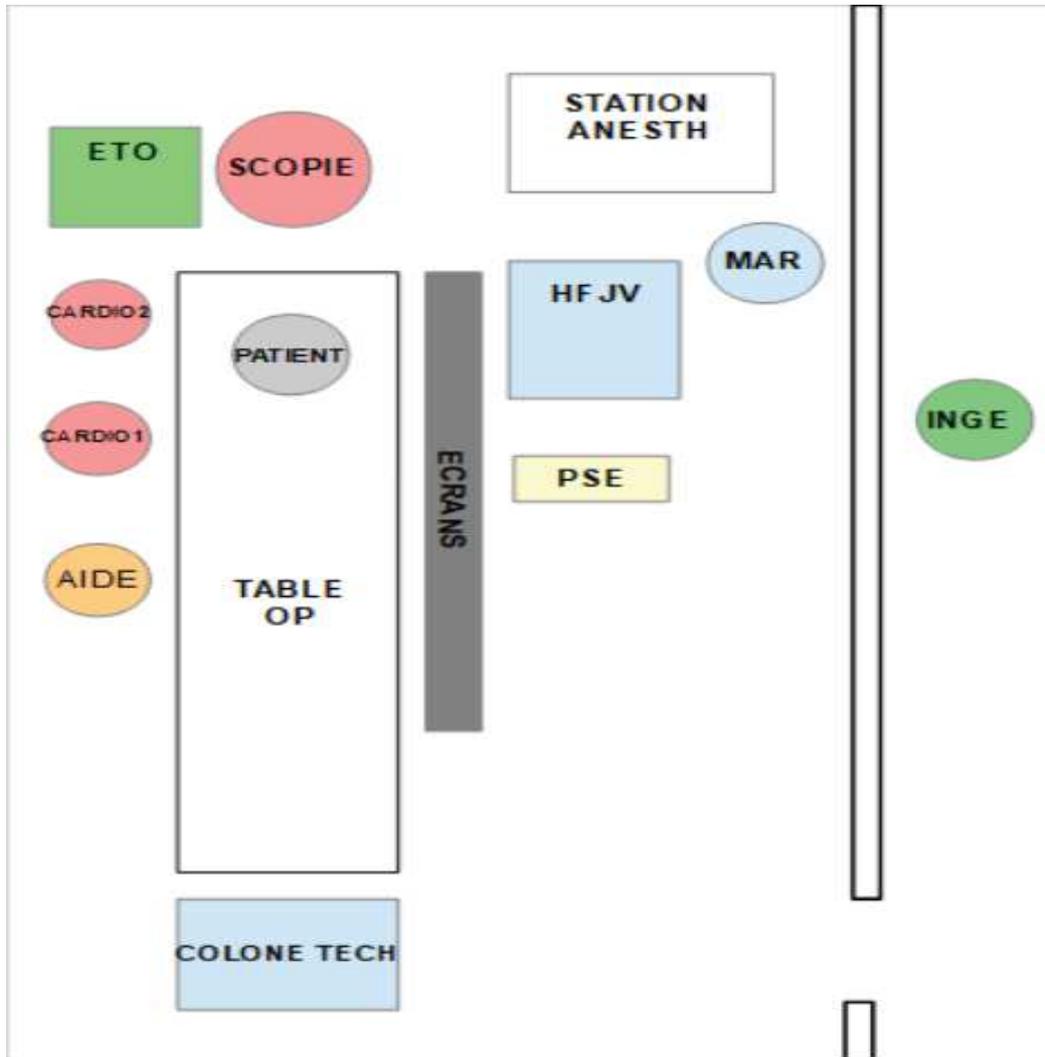


Figure 20 : Schéma de l'organisation et de la place des intervenants au cours d'une procédure d'ablation de fibrillation atriale. MAR : Médecin Anesthésiste-Réanimateur. Cardio 1 : opérateur principal. Cardio2 : Cardiologue échographiste. INGE : Ingénieur biomédical. PSE : Pousse seringue électriques. HFJV : place du respirateur de HFJV. ETO : Échocardiographie transoesophagienne. Colonne Tech : Colonne technique, matériel de purge des cathéters, recueils électriques des données électro physiologique, commande de mobilisation de la table d'intervention.

Au niveau du personnel, la procédure nécessite la présence de deux médecins cardiologues, un effectuant la procédure d'ablation, l'autre guidant par échocardiographie transoesophagienne le bon positionnement des cathéters d'ablation et la ponction trans-septale. L'équipe d'anesthésie est représentée par un médecin et un infirmier anesthésiste dédiés à la procédure. La procédure de cartographie et d'ablation est guidée par un ingénieur biomédical au niveau du poste de commandement. L'opérateur cardiologue est assisté par plusieurs aides opératoires pour la préparation du matériel.

Les moyens matériels sont représentés par la table d'intervention, la colonne de scopie, la colonne technique, l'échographe, la station d'anesthésie, le monitoring, le respirateur de JVHF, les pousse seringues électriques.

2.2.3.2.2 Déroulement de l'anesthésie

Le protocole d'induction, d'entretien et de gestion de l'anesthésie et de la ventilation mécanique fait l'objet d'un protocole standardisé.

Induction d'anesthésie

L'induction d'anesthésie générale comporte une induction standardisée, une intubation oro-trachéale pour la mise sous ventilation mécanique contrôlée puis l'entretien intraveineux de l'anesthésie.

L'induction et l'entretien de l'anesthésie générale est standardisée et identique dans les deux groupes par le biais d'anesthésie totale par voie intraveineuse à objectif de concentration. (AIVOC).

Un monitoring standard de l'anesthésie générale et de la ventilation mécanique est mis en place : ECG, pression artérielle non invasive, pression artérielle invasive par cathéter artériel radial si patient et/ou procédure à risque hémodynamique important, profondeur de l'anesthésie par l'indice bi-spectral (BIS), saturation en oxygène (SpO₂ en %), pression

partielle en CO₂ en fin d'expiration mesurée par le ventilateur (EtCO₂ en mmHg), monitoring de la curarisation du patient de type TOF.

L'anesthésie intra-veineuse à objectif de concentration consiste à régler une concentration d'agent anesthésique au niveau du site effet (cérébral) selon des algorithmes de pharmacologie établis selon le poids, l'âge, le sexe et la taille du patient. Le service utilise une base AIVOC Alaris © (Alaris, Cardinal health ©).

Les agents anesthésiques utilisés pour l'entretien de l'anesthésie sont le Propofol selon le modèle pharmacologique de Schneider et le Rémifentanil selon le modèle pharmacologique de Minto. **(40)**

L'anesthésie est induite avec des concentrations cible de 5µg/ml de Propofol et 5ng/ml de Remifentanil. En cas de pathologie cardio-vasculaire associé, l'hypnotique d'induction peut être l'Etomidate (0.25-0.4mg/kg) pour préserver la stabilité hémodynamique du patient. Ce jugement est laissé à l'appréciation du praticien d'anesthésie en charge du patient en salle de cathétérisme et est notifié dans le recueil.

La concentration cible est monitorée tout au long de l'induction, l'intubation orotrachéale et l'entretien de l'anesthésie.

L'intubation orotrachéale est réalisée après curarisation dans les deux groupes (Cisatracrium 0.2mg/kg).

Après l'intubation, la concentration cible de Propofol est maintenue entre 1.5µg/ml et 5.0µg/ml afin d'obtenir une profondeur d'anesthésie ciblé par indice bi-spectral compris entre 40 et 60. Pour le Remifentanil la concentration cible est maintenue entre 1.5ng/ml et 5.0ng/ml en fonction des réactions aux stimuli douloureux.

Les patients, quel que soit leur groupe de ventilation, sont ventilés initialement par ventilation mécanique classique (Ventilateur Primus Dräger ©/ Aisys GE ©).

La ventilation mécanique est réglée : Volume courant de 6 à 8ml/kg de poids idéal théorique, une fréquence respiratoire de 12 à 16 cycles par minute. La fréquence respiratoire

sera ajustée secondairement en fonction de l'ETCO₂ dont la cible est comprise entre 30-40mmHg.

Le rapport temps Inspiration/expiration est réglé à 1/3. La fraction inspirée en oxygène (fiO₂) est réglée au minimum pour une SpO₂ cible > 94%. La pression expiratoire positive est réglée à 5cmH₂O.

L'ETCO₂ initiale après induction d'anesthésie, intubation et ventilation mécanique est relevée dans les deux groupes.

La mise en condition du patient se poursuit par mise en place d'une sonde thermique œsophagienne pour monitoring de la température œsophagienne. Elle permet de détecter une éventuelle hypothermie peropératoire et une détection de brûlures œsophagiennes de proximité par le cathéter d'ablation. **(41)**

La sonde d'échocardiographie transoesophagienne pour guider la ponction transseptale est utilisée de façon systématique.

- **Mise en place de la ventilation en fonction des groupes.**

Groupe A (JVHF) :

Après déconnection du circuit de ventilation standard, un cathéter de JVHF placé dans la sonde d'intubation (cathéter double lumière de longueur 40 cm et de diamètre 2 mm, Acutronic Medical System AG ®, distribué par la société SEBAC ©). **(Figure 21)**



Figure 21 : Installation standard en salle de cathétérisme du patient sous anesthésie générale et sous HFJV par voie trans-glottique.

Le cathéter est ensuite raccordé au ventilateur de JVHF MONSOON III™ (Acutronic Medical System AG ®, distribué par la société SEBAC ©) avec la tubulure prévue à cet effet. La ligne de prélèvement de CO₂ est connectée.

Les réglages suivants de JVHF sont instaurés initialement :

- Fréquence de 120-200/min
- Une pression de travail initiale entre 1 et 2 bars (selon la corpulence),
- FIO₂ à 1 puis 0,5 si SpO₂ > 94 %.
- Alarme de pression télé expiratoire (PTE) à 10 cmH₂O (ce seuil de PTE autorisé est une sécurité qui entraîne la coupure automatique du débit inspiratoire en cas de surpression),
- La fraction du temps inspiratoire à 35% du temps total.

Pendant la phase de ventilation en JVHF, l'expiration reste libre par la sonde d'intubation autour du cathéter. A la fin de la procédure interventionnelle le cathéter de JVHF est enlevé, le patient reconnecté par la sonde d'intubation au ventilateur habituel et ventilé en ventilation contrôlée jusqu'à son réveil et extubation.

Nous mesurons directement l'EtCO₂ du patient au re branchement au respirateur.

Le groupe JVHF peut à tout moment et en toute sécurité être placé sous ventilation conventionnelle contrôlée.

Les critères pour arrêter la JVHF et utiliser la ventilation conventionnelle étaient définies :

- Chute supérieure à 10 % de SpO₂ pendant plus de 1 minute.
- Hypercapnie avec une CO₂ du respirateur Monsoon augmentant de plus de 30% pendant plus de 1 minute, malgré changement correctif du temps inspiratoire et de la pression de travail.
- Apparition d'un pneumothorax (confirmé par la radiologie/scopie)
- Instabilité hémodynamique avec une pression artérielle systolique (PAS) <90mmHg ou >150mmHg résistant aux vasopresseurs

Groupe B (Ventilation Standard) :

Pour le groupe ventilation conventionnelle, la ventilation réglée après l'intubation est poursuivie telle que définie précédemment. Des apnées sont réalisées par l'équipe d'anesthésie à la demande de l'opérateur en mettant la ventilation sur pause. Les mêmes événements anesthésiques, hémodynamiques, et respiratoires que dans le groupe expérimental sont relevés.

- Gestion hémodynamique, rythmique, de l'antibioprophylaxie et de l'anticoagulation peropératoire :

Le support hémodynamique du patient est assuré par l'utilisation libre de médicaments vasopresseurs ou inotropes (Ephédrine, Néosynéphrine, Noradrénaline, Atropine). L'utilisation préférentielle de l'un de ces médicaments est laissée à la discrétion du praticien en charge du patient.

La gestion de l'anticoagulation est menée par l'équipe d'anesthésie par administration d'héparine non fractionnée par bolus itératifs avec monitoring de l'ACT (Acrotine Coagulation Time) par un appareil Hemochron ©.

L'antibioprophylaxie est réalisée selon le protocole en vigueur dans l'établissement.

- Gestion du remplissage vasculaire :

La gestion des fluides et de la volémie des patients opérés en cardiologie interventionnelle tient compte de l'injection par le cathéter d'ablation de l'opérateur d'un volume de 17ml/kg/H de fluide de type sérum salé isotonique nécessaire à l'ablation par radiofréquence. La stratégie de remplissage vasculaire est donc restrictive avec des débits minimaux sur les perfusions d'entretien.

- **Gestion de l'antalgie post-opératoire :**

L'antalgie post-opératoire associe un traitement par palier I (Paracétamol) avec une administration de Morphine de 0.05mg/kg à 0.1mg/kg en fin d'intervention. En cas de douleurs persistantes le patient peut être traité par une prise en charge antalgique complémentaire en SSPI.

- **Gestion de la phase de réveil du patient :**

Une fois l'intervention terminée, si le patient est stable sur le plan hémodynamique et respiratoire, dé curarisé et normotherme, les médicaments hypnotiques sont sevrés.

L'extubation orotrachéale intervient chez un patient répondant aux ordres simples, non algiques et capable d'une ventilation spontanée efficace et une déglutition. Cette extubation peut avoir lieu en salle de cathétérisme ou en salle de surveillance post-interventionnelle.

- **Gestion de la période post-opératoire précoce :**

Le patient est monitoré en salle de surveillance post-interventionnelle sur une période de minimum 60 minutes post extubation. Chaque complication hémodynamique, rythmique, respiratoire, neurologique et hémorragique est recueillie.

- **Gestion de la période post-opératoire tardive :**

En l'absence de complications, le patient est autorisé à sortir de la salle de surveillance post-interventionnelle. Le patient est transféré au service de cardiologie pour permettre la surveillance de complications hémodynamiques, hémorragiques, rythmiques, et neurologiques plus tardives.

- **Recueil de données d'électrophysiologie :**

On répertorie l'ensemble des paramètres d'ablation de la procédure sur des bases de données de type Excel pour toutes les lésions à isoler. Les données recueillies sont des données temporelles, géographiques, des données d'électrophysiologiques telles que

l'énergie délivrée par tir, la puissance par tir, et les critères de stabilité du cathéter comme la CF, FTI, ablation index, impédance.

On retrouve sur la **figure 22** un exemple de base de données récoltées lors de la procédure.

| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------------|--------------|--------------|----------|---------------|-----|----|-----|--------|-----------|----------|----------|---------|---------|----------|--------------|--|
| 14 | Date | Start Time | End Time | Duration | Is Transition | X | Y | Z | Energy | Avg Power | Avg Temp | Max Temp | Imp Max | Imp Min | Imp Drop | Imp Drop (%) | |
| 15 | 2018-05-31 | 12:30:20.026 | 12:30:38.704 | 19 | 0 | -11 | 68 | 544 | 517 | 28 | 36 | 38 | 118 | 100 | 18 | | |
| 16 | 2018-05-31 | 12:30:38.704 | 12:30:41.525 | 3 | 1 | -9 | 68 | 544 | 84 | 30 | 34 | 35 | 106 | 100 | 6 | | |
| 17 | 2018-05-31 | 12:31:14.437 | 12:31:21.810 | 7 | 0 | 3 | 80 | 533 | 179 | 24 | 35 | 39 | 112 | 103 | 9 | | |
| 18 | 2018-05-31 | 12:31:21.810 | 12:31:22.302 | 0 | 1 | 5 | 81 | 533 | 15 | 30 | 38 | 38 | 105 | 103 | 2 | | |
| 19 | 2018-05-31 | 12:31:22.302 | 12:31:29.675 | 7 | 0 | 5 | 75 | 532 | 221 | 30 | 37 | 38 | 106 | 100 | 6 | | |
| 20 | 2018-05-31 | 12:31:29.675 | 12:31:46.140 | 16 | 0 | 6 | 78 | 532 | 489 | 30 | 38 | 40 | 108 | 99 | 9 | | |
| 21 | 2018-05-31 | 12:31:46.140 | 12:31:47.133 | 1 | 1 | 1 | 71 | 541 | 30 | 30 | 34 | 35 | 105 | 98 | 7 | | |
| 22 | 2018-05-31 | 12:43:44.184 | 12:44:11.709 | 28 | 0 | -9 | 86 | 550 | 531 | 19 | 33 | 34 | 113 | 104 | 9 | | |
| 23 | 2018-05-31 | 12:44:11.709 | 12:44:12.791 | 1 | 1 | -15 | 89 | 552 | 22 | 20 | 33 | 33 | 107 | 106 | 1 | | |
| 24 | 2018-05-31 | 12:45:57.042 | 12:46:20.881 | 24 | 0 | -6 | 85 | 550 | 456 | 19 | 34 | 35 | 111 | 100 | 11 | | |
| 25 | 2018-05-31 | 12:46:20.881 | 12:46:21.864 | 1 | 1 | -5 | 85 | 552 | 20 | 20 | 34 | 34 | 108 | 104 | 4 | | |
| 26 | 2018-05-31 | 12:46:21.864 | 12:46:37.839 | 16 | 0 | -7 | 85 | 555 | 318 | 20 | 35 | 35 | 110 | 102 | 8 | | |
| 27 | 2018-05-31 | 12:46:37.839 | 12:46:46.440 | 9 | 0 | -10 | 87 | 557 | 172 | 20 | 35 | 35 | 107 | 101 | 6 | | |
| 28 | 2018-05-31 | 12:46:46.440 | 12:46:48.406 | 2 | 1 | -10 | 87 | 559 | 39 | 20 | 34 | 34 | 107 | 104 | 3 | | |
| 29 | 2018-05-31 | 12:46:48.406 | 12:46:53.076 | 5 | 0 | -7 | 86 | 558 | 93 | 20 | 34 | 34 | 110 | 103 | 7 | | |
| 30 | 2018-05-31 | 12:46:53.076 | 12:46:56.644 | 4 | 1 | -6 | 87 | 557 | 71 | 20 | 35 | 36 | 107 | 102 | 5 | | |
| 31 | 2018-05-31 | 12:47:13.248 | 12:47:32.909 | 20 | 0 | 3 | 83 | 551 | 374 | 19 | 34 | 35 | 108 | 96 | 12 | | |
| 32 | 2018-05-31 | 12:47:32.909 | 12:47:37.804 | 5 | 0 | 0 | 86 | 552 | 98 | 20 | 36 | 37 | 109 | 102 | 7 | | |
| 33 | 2018-05-31 | 12:47:38.109 | 12:47:48.431 | 10 | 0 | -1 | 86 | 553 | 187 | 18 | 36 | 37 | 108 | 98 | 10 | | |
| 34 | 2018-05-31 | 12:47:48.431 | 12:48:06.126 | 18 | 0 | 2 | 83 | 551 | 353 | 20 | 35 | 36 | 104 | 94 | 10 | | |
| 35 | 2018-05-31 | 12:48:06.126 | 12:48:29.965 | 24 | 0 | 2 | 80 | 549 | 675 | 28 | 35 | 37 | 99 | 92 | 7 | | |
| 36 | 2018-05-31 | 12:48:29.965 | 12:48:30.112 | 0 | 1 | 4 | 81 | 551 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 37 | 2018-05-31 | 12:48:42.960 | 12:49:07.291 | 24 | 0 | 1 | 77 | 551 | 688 | 28 | 36 | 39 | 106 | 95 | 11 | | |
| 38 | 2018-05-31 | 12:49:07.291 | 12:49:13.710 | 6 | 1 | -2 | 80 | 550 | 192 | 30 | 35 | 36 | 98 | 94 | 4 | | |
| 39 | 2018-05-31 | 12:49:29.065 | 12:49:29.311 | 0 | 1 | 2 | 81 | 549 | 0 | 1 | 31 | 31 | 101 | 100 | 1 | | |
| 40 | 2018-05-31 | 12:49:29.311 | 12:49:47.743 | 18 | 0 | 2 | 79 | 549 | 521 | 28 | 35 | 37 | 102 | 94 | 8 | | |
| 41 | 2018-05-31 | 12:49:47.743 | 12:50:15.720 | 28 | 0 | 2 | 78 | 550 | 830 | 30 | 38 | 40 | 98 | 94 | 4 | | |
| 42 | 2018-05-31 | 12:50:24.872 | 12:50:46.008 | 21 | 0 | 2 | 78 | 551 | 584 | 28 | 38 | 40 | 101 | 95 | 6 | | |
| 43 | 2018-05-31 | 12:50:46.008 | 12:50:47.728 | 2 | 1 | 4 | 81 | 558 | 52 | 30 | 36 | 37 | 103 | 98 | 5 | | |
| 44 | 2018-05-31 | 12:50:47.728 | 12:51:28.318 | 41 | 0 | 1 | 79 | 555 | 1199 | 30 | 39 | 41 | 102 | 96 | 6 | | |
| 45 | 2018-05-31 | 12:52:20.832 | 12:52:49.075 | 28 | 0 | -2 | 80 | 555 | 804 | 28 | 35 | 37 | 114 | 99 | 15 | | |

Figure 22 : Exemple de bases de données créées à partir lésions isolées. Start Time : heure de début de tir. End time : heure de fin de tir. Duration : Durée du tir. X, Y, Z : coordonnées de la lésion. Avg : Average. Power : Puissance. Temp : Température. Imp : Impédance. Max : Maximum. Min : minimum. Drop : Chute.

2.2.4 Analyse statistique

Les variables quantitatives ont été décrites à l'aide des statistiques usuelles de position et de dispersion, à savoir la moyenne, la médiane, la variance, le minimum, le maximum et les quantiles. Les variables qualitatives ont été quant à elles décrites avec les effectifs et les proportions de chaque modalité. Des proportions cumulées ont également été calculées pour les variables à plus de deux modalités.

Le caractère Gaussien des variables quantitatives a été évalué à l'aide du test de Shapiro-Wilk. Si les conditions d'application étaient respectées, le lien entre deux variables quantitatives a été évalué à l'aide du test de corrélation linéaire de Pearson. Dans le cas contraire, un test de corrélation de Spearman a été réalisé. Pour la comparaison d'une variable quantitative entre plusieurs sous-groupes, une analyse de la variance ou le test de Kruskal et Wallis ont été utilisés, toujours en fonction des hypothèses d'utilisation de chacun de ces tests. Enfin pour le croisement entre plusieurs variables qualitatives, le test paramétrique du Chi2 a été utilisé si les conditions d'application le permettaient. Si ce n'était pas le cas, le test exact de Fisher a été réalisé.

Le risque de première espèce alpha a été fixé à 5% pour toutes les analyses. Le risque de deuxième espèce est fixé à 10%. L'ensemble des données de type ratio sont analysées avec les intervalles de confiance à 95%. L'ensemble des analyses a été réalisé sur le logiciel R dans sa version 3.1, R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. via application GMRC Shiny Stat du CHU de Strasbourg (2017).

Une analyse de survie a été réalisée en considérant le délai jusqu'à apparition de l'événement. Les sujets n'ayant pas présenté l'événement étaient censurés à la date des dernières nouvelles. Dès lors, une courbe de Kaplan-Meier a permis d'étudier l'évolution du

taux de survie en fonction du temps dans son intervalle de confiance associé. Une comparaison entre plusieurs groupes de l'évolution de la survie a été réalisée en utilisant le test du Log-Rank associé aux courbes de Kaplan-Meier.

Les données manquantes sont considérées comme censurées et dans l'hypothèse de biais maximum, considérées comme une rechute de fibrillation atriale.

L'analyse des données est réalisée en intention de traiter.

2.3 RÉSULTATS

2.3.1 Patients

La période d'inclusion était du 02/02/2020 au 09/03/2020. Durant la période d'inclusion, nous avons sélectionnés 17 patients. **La figure 23** représente sous forme de diagramme de flux le déroulement des phases de recrutement, et des phases de randomisation. A noter que 10 patients ont été exclus sur la période de recrutement (**Figure 23**) Aucun des patients n'a été perdu de vu au cours de l'étude.

2.3.1.1 Diagramme de flux :

On présente le diagramme de flux de l'étude dans la **figure n°23**.

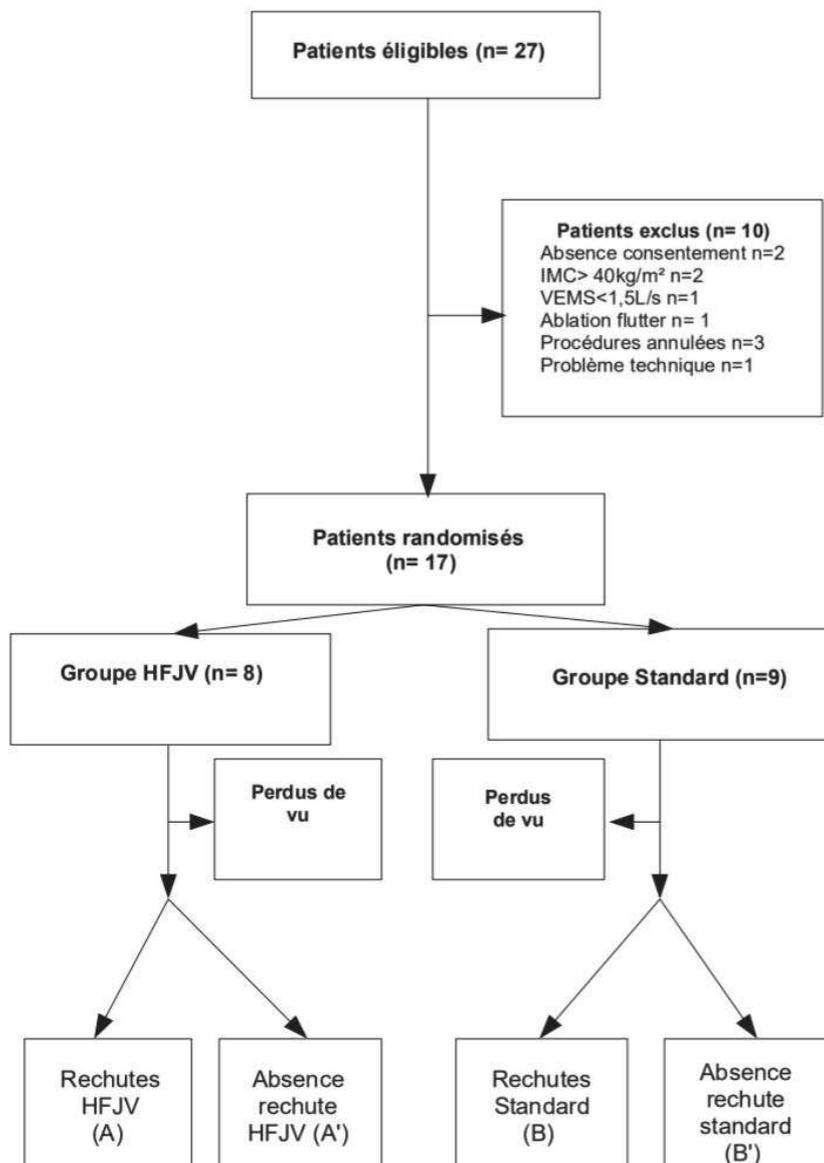


Figure 23 : Diagramme de flux du recrutement de l'étude.

2.3.1.2 Caractéristiques initiales des patients

Les caractéristiques initiales des patients étudiés se trouvent dans le **tableau n°1**. On note une homogénéité des paramètres cliniques des deux groupes étudiés.

| | Groupe Jet-Ventilation (n=8) | Groupe Ventilation Standard (n=9) | p |
|---|---------------------------------|--------------------------------------|------|
| Caractéristiques de la population | | | |
| Age (années) | 58 (7) | 63 (13) | 0,53 |
| Homme, sexe, n (%) | 8 (48) | 8 (48) | 0,21 |
| IMC, kg/m ² | 25,74 (3,26) | 28,38 (4,97) | 0,22 |
| Score ASA : | | | 0,16 |
| ASA 2, n (%) | 3 (37.5) | 1 (11.11) | |
| ASA 3, n (%) | 4 (50) | 8 (88.89) | |
| ASA 4, n (%) | 1 (12.5) | 0 (0) | |
| Antécédents : | | | |
| HTA, n (%) | 3 (37.5) | 8 (88) | 0,35 |
| Diabète, n (%) | 0 (0) | 1 (11) | 0,99 |
| Dyslipidémie, n (%) | 2 (25) | 6 (66) | 0,99 |
| BPCO, n (%) | 0 (0) | 1 (11) | 0,99 |
| SAOS, n (%) | 3 (37.5) | 1 (11) | 0,29 |
| Insuffisance rénale, n (%) | 1 (12.5) | 0 (0) | 0,47 |
| Dysthyroïdie, n (%) | 0 (0) | 2 (22) | 0,47 |
| Antécédents cardio-vasculaires : | | | |
| Fibrillation atriale paroxystique, n (%) | 4 (24) | 5 (30) | 0,99 |
| Fibrillation atriale persistante, n (%) | 4 (24) | 4 (24) | 0,99 |
| Chirurgie cardiaque, n (%) | 1 (6) | 1 (7) | 0,99 |
| Rétrécissement mitral, n (%) | 0 (0) | 1 (6) | 0,99 |
| Insuffisance mitrale, n (%) | 3 (18) | 5 (30) | 0,64 |
| Cardiomyopathie structurelle, n (%) | 0 (0) | 1 (6) | 0,99 |
| Traitements médicamenteux : | | | |
| Bétabloquants, n (%) | 5 (30) | 6 (36) | 0,99 |
| Amiodarone, n (%) | 3 (18) | 5 (30) | 0,64 |
| Flécaïne, n (%) | 2 (12) | 2 (12) | 0,99 |
| Inhibiteur calcique bradycardisant, n (%) | 1 (6) | 0 (0) | 0,47 |
| Apixaban, n (%) | 6 (36) | 3 (18) | 0,35 |
| Rivaroxaban, n (%) | 1 (6) | 4 (24) | 0,35 |
| Dabigatran, n (%) | 1 (6) | 2 (12) | 0,35 |
| Arrêt AA avant procédure, n (%) | 7 (42) | 9 (54) | 0,99 |
| Arrêt AOD avant procédure, n (%) | 8 (48) | 9 (54) | 0,99 |
| Caractéristiques procédure | | | |
| Opérateurs : | | | |
| Opérateur 1, n (%) | 4 (50) | 3 (33.33) | 0,64 |
| Opérateur 2, n (%) | 4 (50) | 6 (66.67) | |
| Laboratoires cathéter : | | | |
| BIONSENSE, n (%) | 5 (62.5) | 4 (44.44) | 0,64 |
| ST JUDES, n (%) | 3 (37.5) | 5 (55.56) | |
| Type de cathéter : | | | |
| SmartTouch, n (%) | 3 (37.5) | 5 (55.56) | 0,64 |
| Tacticath, n (%) | 5 (62.5) | 4 (44.44) | |
| Caractéristiques structurelles : | | | |
| Volume OG TDM, ml | 124 (39) | 155 (62) | 0,24 |

Tableau 1 : Caractéristiques initiaux des patients. IMC : indice de masse corporelle. ASA : American Society of Anesthesiology. HTA: Hypertension artérielle. BPCO: Bronchopneumopathie chronique obstructive. SAOS : Syndrome d'apnée obstructif du sommeil. AA : Médicaments antiarythmiques. AOD : Anticoagulant oral direct. OG : Oreillette gauche. TDM : Tomodensitométrie.

2.3.2 Critère de jugement principal

Le résultat du critère de jugement principal sur la rechute de fibrillation atriale en post-opératoire d'ablation de fibrillation atriale est donné sous forme de courbe de Kaplan-Meier sur la **figure 24**.

1 patient dans le groupe ventilation standard (11%) présente une rechute de fibrillation atriale à 15 jours de la procédure. Aucun patient du groupe JVHF n'a présenté de rechute de fibrillation atriale dans les 3 premiers mois d'évolution.

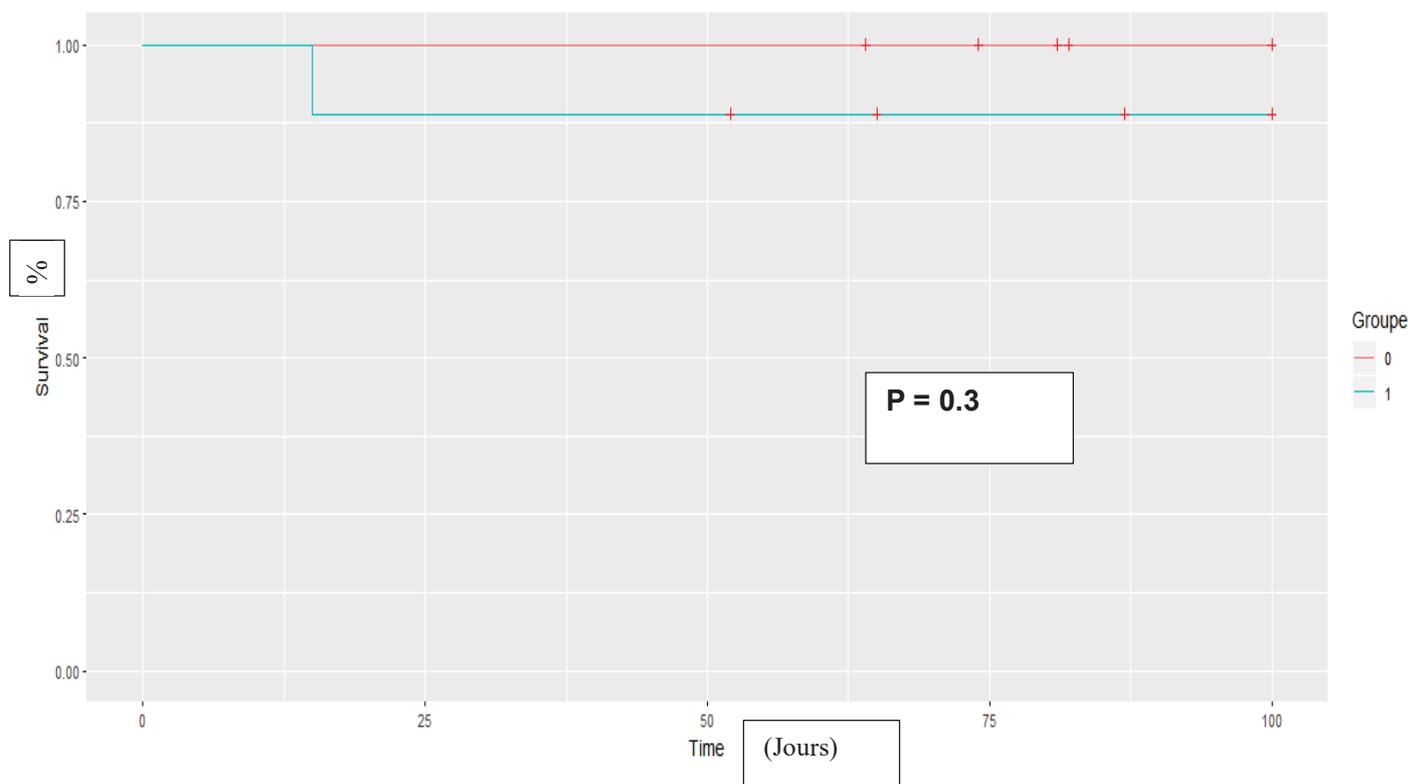


Figure 24 : Courbe de survie Kaplan Meier sur la survie sans rechute de fibrillation atriale en fonction du groupe de ventilation artificielle à 3 mois post opératoire. Groupe 0 : Groupe JVHF. Groupe 1 : Ventilation standard. Axe X : temps en jours. Axe Y : survie en %

2.3.3 Critères de jugement secondaires

2.3.3.1 Stabilité du cathéter

Les paramètres associés à la stabilité du cathéter d'ablation de radiofréquence sont exposés dans le **tableau n°2**.

| Critères de stabilité du cathéter | Groupe Jet-Ventilation (n= 8) | Groupe Ventilation Standard (n= 9) | P |
|--|--------------------------------------|---|----------|
| EVA cathéter, n (+/- ET) | 9 (+/- 1) | 7,7 (+/- 0.45) | 0.02 |
| EVA diaphragme, n (+/- ET) | 9,25 (+/- 0.7) | 7,3 (+/- 0.8) | < 0.01 |
| Tir/lésion (n) (moyenne (sd)) (Na=2) | 1.21 (0.15) | 1.35 (0.43) | 0.99 |
| FTI Moyen/tir/Ablation Index (g/s) (moyenne (sd)) (Na=2) | 135.2 (25.66) | 143.72 (43.05) | 0.54 |
| CF Moyen/tir (moyenne (sd)) (Na=2) | 12.94 (2.35) | 12.65 (3.1) | 0.99 |
| RF Moyen/tir (moyenne (sd)) (Na=11) | 393.08 (10.34) | 403.29 (24.48) | 0.4 |
| Puissance Moyenne/tir (W) (moyenne (sd)) (Na=2) | 40.78 (4.44) | 40.15 (4.13) | 0.61 |
| CFMAX (g) (moyenne (sd)) (Na=10) | 24.17 (5.22) | 22.02 (4.06) | 0.69 |
| CFMIN (g) (moyenne (sd)) (Na=10) | 6.66 (2.27) | 3.44 (1.42) | 0.06 |

Tableau 2 : Critères de stabilité du cathéter d'ablation de fibrillation atriale. Sd : déviation standard. ET : écart type. Na : données manquantes.

2.3.3.2 Hémodynamique

L'impact hémodynamique lié au type de ventilation mécanique artificielle se trouve dans le **tableau n°3**. On ne rapporte qu'un seul événement de bradycardie < 50/min dans le groupe ventilation standard. Il s'agissait d'une BACFA, cet épisode a été traité sans conséquences pour le patient.

| Variables | Groupe HFJV (n=8) | Groupe Standard (n=9) | p |
|--|----------------------|--------------------------|------|
| Hypotension artérielle < 90/50mmhg | | | |
| Hypotension artérielle < 90/50mmhg (médiane, [1er-3ème quartiles]) (Na=1), n | 2[1.75-3] | 1[1-3] | 0,77 |
| Durée hypotension artérielle (moyenne (sd)) (Na=1), min | 13.06 (23.5) | 38.56 (53.16) | 0,29 |
| Traitements : | | | |
| Hypotension artérielle (Na=1) (effectif) | 8 | 9 | 0,47 |
| Présence, n (%) | 7 (87.5) | 9 (100) | |

Tableau 3 : Impact hémodynamique du mode ventilatoire durant la procédure d'ablation de fibrillation atriale. Na : données manquantes. Sd : Déviation standard.

On retrouve dans le **tableau 4** l'impact du type de la ventilation mécanique sur les mesures échographiques des différents indices de fonction diastolique du ventricule gauche.

| Variables | Groupe HFJV (n=8) | Groupe Standard (n=9) | p |
|---|----------------------|--------------------------|-------|
| FEVG, (%) (moyenne) | 63,25 (4) | 48,22 (9) | 0,001 |
| Vitesse onde E (cm/s) (médiane (1er-3ème quartiles)) (Na=5) | 41[36.2-50.8] | 61.4[52.08-86.62] | 0,04 |
| Temps de décélération Onde E (ms) (médiane (1er-3ème quartiles)) (Na=4) | 195[140-249.5] | 203[146.5-227] | 0,99 |
| Rapport E/A (médiane (1er-3ème quartiles)) (Na=8) | 1[1-1.04] | 1[0.9-2] | 0,92 |
| Rapport E/e' Latéral (médiane (1er-3ème quartiles)) (Na=6) | 5.4[4-6.34] | 6.4[4.4-7.4] | 0,37 |
| Rapport Onde S/Onde D veine pulmonaire (médiane (1er-3ème quartiles)) (Na=4) | 1.1[0.86-1.4] | 1[0.8-1.1] | 0,4 |

Tableau 4 : Impact de la ventilation artificielle sur les mesures écho cardiographiques de fonction diastolique du ventricule gauche. Na : données manquantes. Sd : Déviation standard.

2.3.3.3 Ventilation

Les paramètres respiratoires et ventilatoires influencés par le type de ventilation mécanique sont répertoriés dans le **tableau 5**.

| Variables | Groupe HFJV | Groupe Standard | p |
|--|-------------|-----------------|--------|
| Conversion HFJV/Vm, n (%) | 0 (0) | 0 (0) | 0,99 |
| Désaturation SpO ₂ < 90%, n (%) | 0 (0) | 0 (0) | 0,99 |
| EtCO ₂ Aisys au re branchement, (mmHg) | 47,5 (9) | 31 (4) | 0,0012 |
| CO ₂ MONSOON avant re branchement, (mmHg) | 34.5 | * | |

Tableau 5 : Impact respiratoire du mode de ventilation durant l'anesthésie générale en fonction du mode de ventilation artificielle. Vm : Ventilation conventionnelle.

La **figure 25** montre la corrélation entre le CO₂ mesuré sur le respirateur Monsoon III en fin d'intervention à l'ETCO₂ mesuré sur le respirateur Aisys Dräger directement au rebranchement. Le coefficient de corrélation linéaire de Pearson est estimé à -0.703 et son intervalle de confiance à 95% est : [-0.993 ; 0.796] (p=0.29)

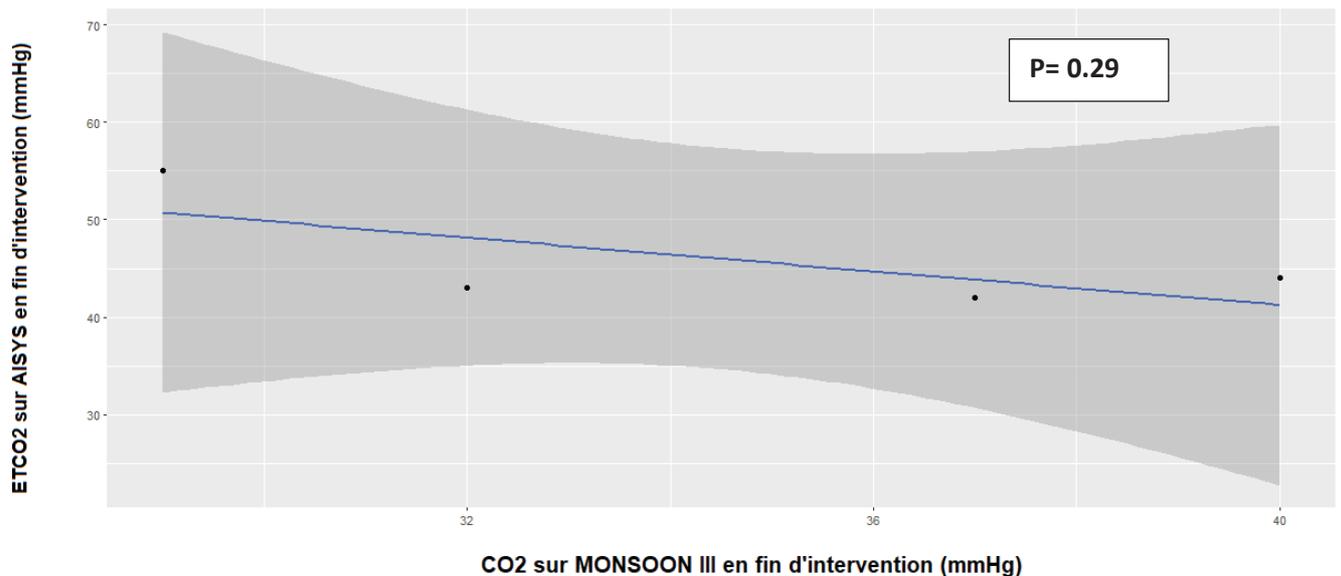


Figure 25 : Corrélation entre le CO₂ mesuré sur le respirateur MONSOON III SEBAC © et le respirateur Aisys GE©.

Le **tableau 6** montre les différents réglages des deux respirateurs chez les patients ventilés sous anesthésie générale. A noter que le réglage par défaut du temps inspiratoire chez les patients ventilés en JVHF est resté constant à 30% dans notre série.

| Groupe HFJV | T0 | 30 min | 60 min | 90 min |
|--|----------------|----------------|----------------|---------------|
| FiO20 (%) (moyenne (sd)) | 82.5 (7.07) | 76.25 (10.61) | 75 (10.69) | 80 (0) |
| Fréquence respiratoire (/min) (moyenne (sd)) | 180 (9.26) | 178.75 (8.35) | 182.5 (4.63) | 185 (7.07) |
| Volume courant expiré (ml) (moyen (sd)) | 49.38 (3.54) | 50.25 (6.65) | 49.5 (8.37) | 48.5 (2.12) |
| Volume minute (L/min) (moyen (sd)) | 8.88 (0.35) | 8.75 (0.89) | 8.75 (1.16) | 9 (0) |
| Pression de travail (mbar) (moyenne (sd)) | 1.39 (0.04) | 1.36 (0.11) | 1.36 (0.11) | 1.4 (0) |
| Pression des voies respiratoires (mbar) (moyenne (sd)) | 4.75 (0.71) | 4.62 (0.74) | 4.88 (0.64) | 4.5 (0.71) |
| Pression de pause (mbar) (moyenne (sd)) | 5.25 (2.19) | 6.38 (1.69) | 6 (2) | 7.5 (0.71) |
| ETCO2 (mmHg) (moyen (sd)) | 31.14 (3.24) | 32.25 (6.85) | 36.25 (2.87) | 29 (NA) |
| Groupe Standard | | | | |
| FiO20 (%) (moyenne (sd)) | 40 (11.99) | 36.67 (3.54) | 38.88 (5.22) | 40.83 (8.01) |
| Fréquence respiratoire (/min) (moyenne (sd)) | 14.22 (2.05) | 14.44 (1.88) | 14.12 (1.73) | 14.17 (2.04) |
| Volume courant expiré (ml) (moyen (sd)) | 463.22 (48.27) | 449.78 (50.36) | 435.12 (36.35) | 415.67 (24.5) |
| Volume minute (L/min) (moyen (sd)) | 10 (11.42) | 6.48 (1.2) | 6.19 (0.83) | 6.1 (1.02) |
| Pression de crête (cmH2O) (moyenne (sd)) | 23.11 (5.62) | 22.33 (4.3) | 21.75 (4.43) | 21.83 (4.36) |
| Pression de plateau (cmH2O) (moyenne(sd)) | 17.33 (4) | 15.56 (2.55) | 15.38 (2.83) | 16 (2.68) |
| Pression expiratoire (cmH2O) (moyenne (sd)) | 5.67 (1.12) | 6.11 (1.05) | 6.38 (1.19) | 6.33 (1.21) |
| ETCO2 (mmHg) (moyen (sd)) | 31.11 (4.01) | 32.11 (4.17) | 32.5 (3.59) | 31.33 (4.27) |

Tableau 6 : Évolution per opératoire des paramètres ventilatoires en fonction du groupe d'étude.

La **figure n°26** montre l'évolution du CO2 mesuré au cours de l'intervention en fonction du temps et en fonction du mode de ventilation mécanique.

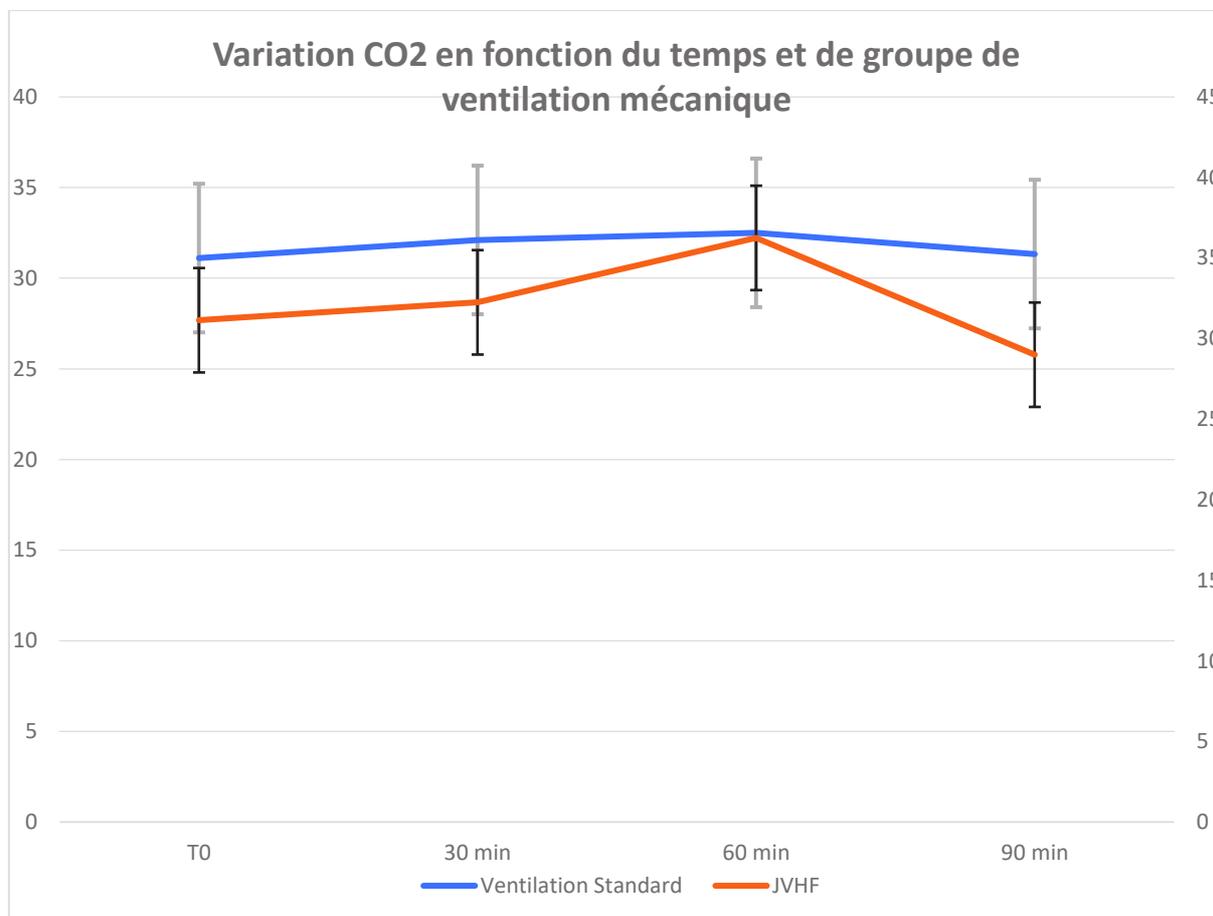


Figure 26 : Evolution du CO2 expiré mesuré en fonction du temps et du mode de ventilation mécanique.

2.3.3.4 Anesthésie

L'impact des paramètres liés à la prise en charge anesthésique du patient influencés par le type de ventilation mécanique se trouvent dans le **tableau 7**. On note qu'aucun patient de la série n'a présenté d'inhalation ou d'intubation difficile à l'induction.

| Variables | Groupe HFJV (n=8) | Groupe Standard (n=9) | p |
|--|----------------------|--------------------------|------|
| Durée d'anesthésie totale (moyenne (sd)) (Na=1), min | 150 (33.91) | 192.33 (62.32) | 0,19 |
| Dose Propofol (moyenne (sd)) (Na=3) mg | 1567.5 (446.82) | 1278.43 (679.11) | 0,78 |
| Dose Rémifentanil (moyenne (sd)) (Na=2), µg | 884.12 (331.2) | 716.38 (170.58) | 0,51 |
| Dose Cisatracrium (moyenne (sd)) (Na=1), mg | 16 (3.21) | 17.56 (3.97) | 0,43 |
| Température œsophagienne en fin d'intervention (moyenne (sd)) (Na=1), °C | 35.6 (0.86) | 35.72 (0.53) | 0,44 |

Tableau 7 : Impact du mode de ventilation sur la gestion de l'anesthésie générale. Sd : déviation standard. Na : données manquantes.

2.3.3.5 Durées de procédure

On retrouve dans le **tableau 8** l'ensemble des paramètres traduisant l'impact sur les durées de procédure en fonction du type de ventilation mécanique.

| Variabes | Groupe HFJV (n=8) | Groupe Standard (n=9) | p |
|--|----------------------|--------------------------|------|
| Nombre lésions à isoler (moyenne (sd)) (Na=2), n | 85.43 (15.73) | 99.89 (32.79) | 0,46 |
| Nombre de tir (moyenne (sd)) (Na=8), n | 106.6 (23.74) | 107.8 (34.26) | 0,99 |
| Durée cartographie (moyenne (sd)) (Na=1), min | 15 (5.35) | 20.56 (9.26) | 0,23 |
| Durée totale d'isolation des veines pulmonaires (moyenne (sd)) (Na=1), min | 38.62 (8.4) | 53.44 (33.44) | 0,6 |
| Durée d'isolation des veines gauches (moyenne (sd)) (Na=2), min | 16.29 (4.96) | 25 (15.22) | 0,29 |
| Durée d'isolation des veines droites (moyenne (sd)) (Na=3), min | 20.29 (4.72) | 29.88 (20.07) | 0,6 |
| Durée de radiofréquence (moyenne (sd)) (Na=2), sec | 1037.12 (189.29) | 1532 (702.09) | 0,27 |
| Dose d'irradiation (moyenne (sd)) (Na=3), mGray.cm ² | 9704.88 (4376.4) | 13125.57 (8691.48) | 0,69 |

Tableau 8 : Impact médico-économique du mode de ventilation au cours d'une procédure d'isolation des veines pulmonaires. Sd : déviation standard. Na : données manquantes.

2.3.3.6 Devenir du patient :

2.3.3.6.1 Complications cardiologiques

Dans notre série, 1 patient (11%) a présenté un épanchement péricardique dans le groupe ventilation standard alors que dans le groupe JVHF, 1 patient (12,5%) a présenté un saignement du scarpa en post-opératoire.

2.3.3.6.2 Traitement post-opératoire

Le **tableau 9** illustre les ordonnances de sortie types des deux groupes de patients sous traitement antiarythmiques et sous traitement anticoagulant à l'issu de la procédure d'ablation.

| Variables | Groupe HFJV (n=8) | Groupe Standard (n=9) | p |
|---|-------------------|-----------------------|------|
| Bêtabloquant (Na=1) (effectif) | 8 | 9 | 0,62 |
| Oui (n (%)) | 5 (62.5) | 7 (77.78) | |
| Non (n (%)) | 3 (37.5) | 2 (22.22) | |
| Amiodarone (Na=1) (effectif) | 8 | 9 | 0,62 |
| Oui (n (%)) | 2 (25) | 4 (44.44) | |
| Non (n (%)) | 6 (75) | 5 (55.55) | |
| Flécaïne (Na=1) (effectif) | 8 | 9 | 0,99 |
| Oui (n (%)) | 2 (25) | 3 (33.33) | |
| Non (n (%)) | 6 (75) | 6 (66.67) | |
| Anticoagulation (Na=1) (effectif) | 8 | 9 | 0,23 |
| Groupe : Apixaban (pourcentage(effectif)) | 6 (75) | 3 (33.33) | |
| Groupe : Dabigatran (n (%)) | 1 (12.5) | 3 (33.33) | |
| Groupe : Rivaroxaban (n (%)) | 1 (12.5) | 3 (33.33) | |

Tableau 9 : Traitements de sortie des patients à l'issu de la procédure d'ablation de fibrillation atriale. Na : données manquantes.

Nous représentons sur **la figure n°27** la proportion de patients dont le traitement antiarythmique et/ou anticoagulant a pu être sevré dans leur suivi cardiovasculaire à l'issu de la procédure d'ablation de fibrillation atriale en fonction du groupe de ventilation mécanique.

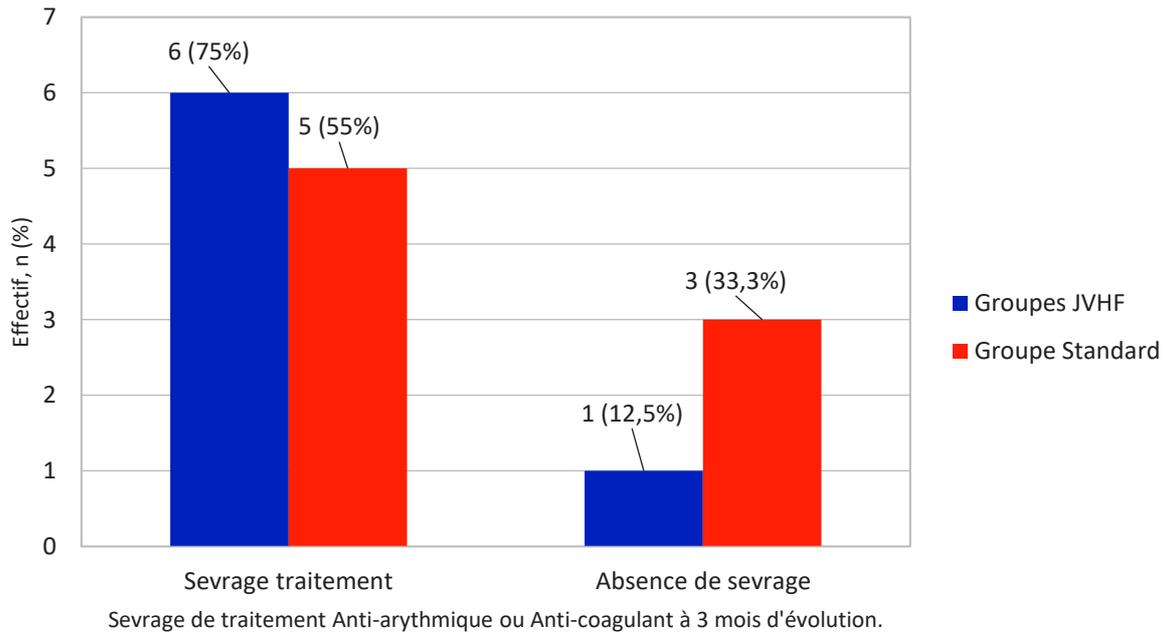


Figure 27 : Proportion de sevrage des traitement antiarythmiques et anti coagulant en fonction des groupes de ventilation artificielle à 3 mois d'évolution.

Concernant le type de traitement sevré, nous avons spécifié sur la **figure n°28** les classes de traitements sevrés à l'issue de la consultation cardiologique de 3 mois.

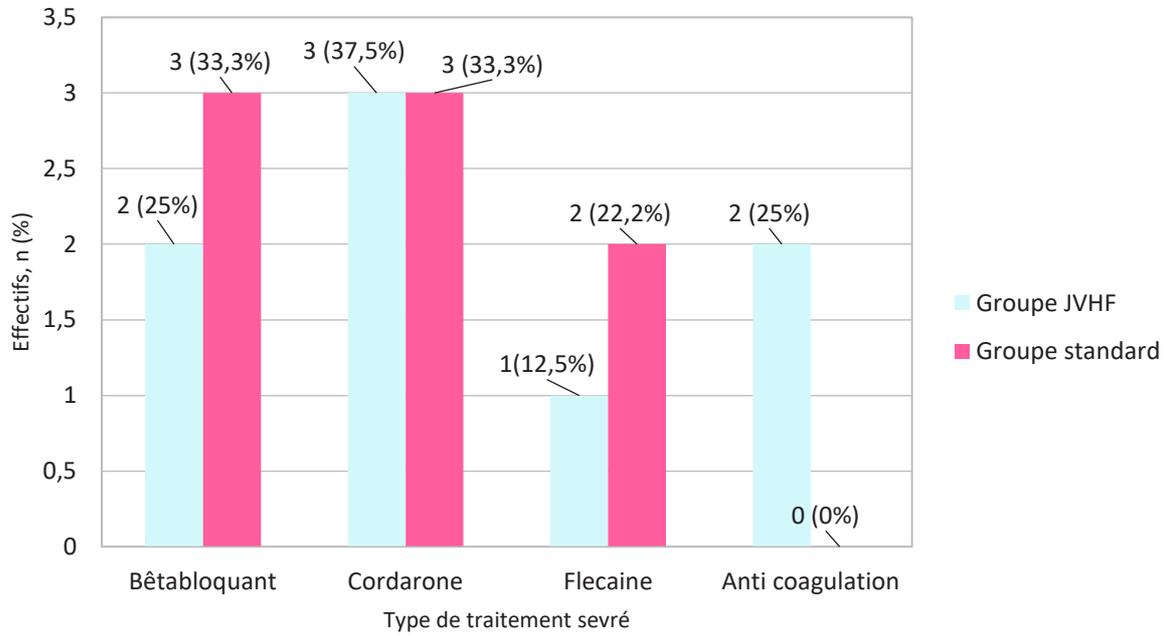


Figure 28 : Type de médicaments sevrés en fonction du groupe de ventilation artificielle à 3 mois d'évolution.

2.3.3.6.3 Rechute de fibrillation atriale à 6 mois d'évolution post opératoire

La figure 29 représente sous forme de courbe de Kaplan-Meier la rechute de fibrillation atriale à 6 mois d'évolution post opératoire. 1 patient dans le groupe ventilation standard (11%) présente une rechute de fibrillation atriale à 15 jours d'évolution contre 1 patient dans le groupe JVHF (12.5%) après 101 jours d'évolution. A noter que la proportion de patient n'ayant pas eu de rendez-vous chez leur cardiologue traitant est importante (2 patients dans le groupe JVHF contre 5 patients dans le groupe standard).

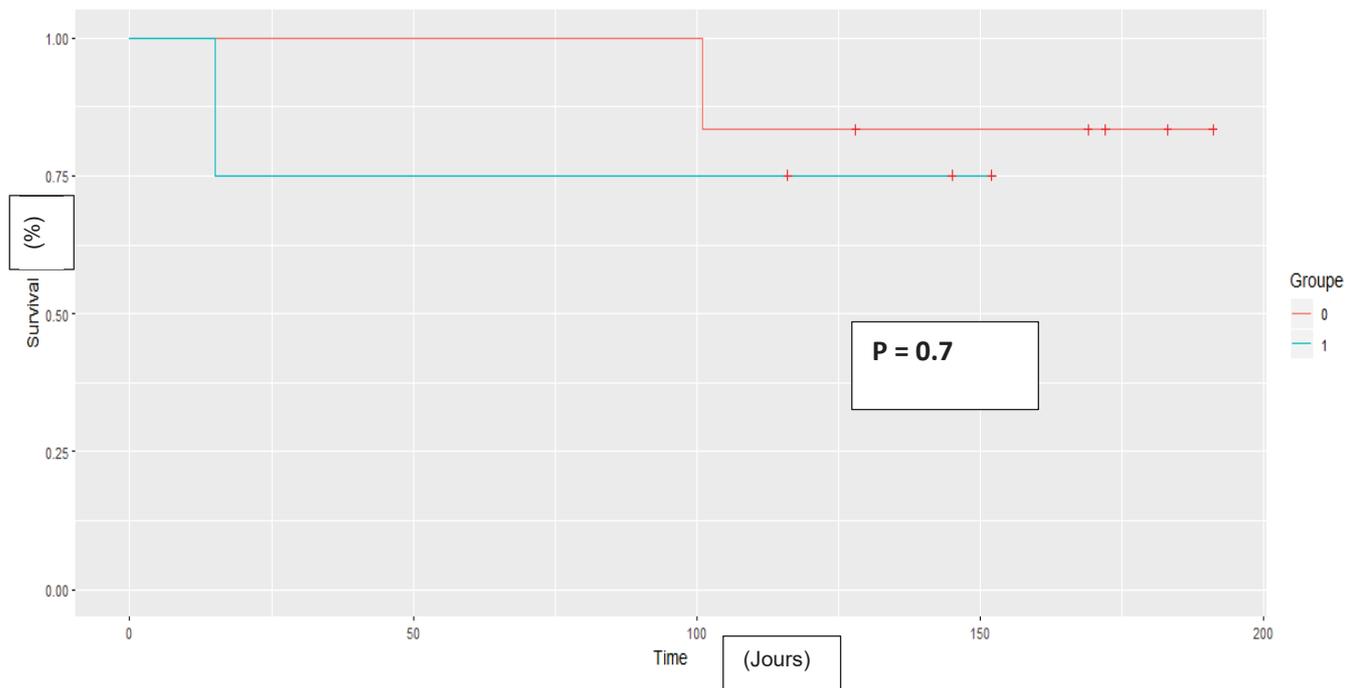


Figure 29 Rechute de fibrillation atriale à 6 mois d'évolution post opératoire. Groupe 0 : Groupe JVHF. Groupe 1 : Ventilation standard. Axe X : temps en jours. Axe Y : Survie.

3 DISCUSSION

3.1 Critère jugement principal

Le critère de jugement principal par la survenue d'une rechute de la fibrillation atriale à 3 mois de la procédure ne répond pas de manière pertinente et optimale à la question soulevée par ce travail de thèse.

En effet, la grande majorité des rechutes de fibrillation atriale survient bien plus à distance de la procédure, alors que le but même de l'ablation est de traiter la fibrillation atriale sur le long terme.

Nous avons poursuivi le recueil des données de survie des patients inclus jusqu'à 6 mois post-interventionnel. La proportion de patients présentant une rechute de fibrillation atriale est identique dans les deux groupes à 6 mois, soit 1 patient par groupe. Il faut cependant noter l'incidence importante de « perdus de vue » à 6 mois. (5 patients dans le groupe contrôle et 2 patients dans le groupe expérimental). L'interprétation de ces données de survie est à faire avec la plus grande prudence.

On peut expliquer l'incidence très faible de rechute à 3 mois (1 patient du groupe contrôle, 0 patient du groupe JVHF) par la poursuite du traitement antiarythmique des patients à l'issue de leur procédure d'ablation. Cette stratégie vise à prévenir les récurrences précoces de fibrillation atriale. **(1)** Les traitements antiarythmiques sont sevrés en cas de persistance d'un rythme sinusal à 3 mois de la procédure par le cardiologue traitant.

Nous poursuivons le suivi de ces patients sur des périodes de 12 mois ou plus pour détecter toute rechute de fibrillation atriale, et pour évaluer les réels impacts sur le devenir de ces patients du mode de ventilation choisi durant l'intervention.

On estime que jusqu'à 50% des patients présentent une récurrence précoce de fibrillation atriale dans les 3 mois post opératoire. **(1)** Cette rechute est de 25% pour les rechute tardives (comprise entre 3 et 12 mois). **(42)** Pour les sous-groupes de patient avec une

fibrillation atriale paroxystique on estime l'incidence de rechute précoce à 33% contre 47% pour les patients en fibrillation atriale persistante. **(1) (43)** Notre série présente une incidence de rechute à 3 mois bien inférieure aux chiffres précédemment décrits avec seulement 12.5% de rechute.

Néanmoins, le critère de jugement principal de l'étude est un critère clinique, parfaitement défini, et apparaissant le plus pertinent pour la situation clinique des patients.

La rechute clinique de la fibrillation atriale est le but primaire de la prise en charge médicale et instrumentale de la fibrillation atriale afin de s'affranchir des complications de cette maladie (Insuffisance cardiaque, événement thrombo-embolique, complications médicamenteuses ou hémorragiques).

3.2 Critères jugement secondaires

3.2.1 Stabilité

Les critères électro physiologiques de stabilité du cathéter au cours des procédures d'isolation des veines pulmonaires ont suscité un très grand intérêt au cours de notre étude.

En étudiant la littérature d'électrophysiologie, nous avons choisi les critères de contact force (CF) et de l'intégrale temps-force (FTI) pour analyser de façon objective et quantifiable la stabilité d'un cathéter d'ablation par radiofréquence.

La CF **(1) (9) (10)** et la FTI **(9) (10)**, sont des critères reconnus dans la littérature comme des critères de stabilité de cathéter et sont corrélés à la qualité des lésions myocardique lors de la procédure. L'étude prospective, contrôlée, randomisée SMART-AF **(8)** rapporte que la stabilité des cathéters par monitoring de la CF et du FTI est directement corrélée à une réduction de l'incidence de rechute de fibrillation atriale à 12 mois.

Nous nous sommes confrontés à plusieurs difficultés concernant l'analyse des critères électrophysiologiques de stabilité.

Premièrement, le recueil de ces critères et leur exploitation pour l'analyse statistique impliquaient de larges bases de données échantillonnées que nous avons dû retravailler.

Cette base de données variait en fonction des sociétés commercialisant les cathéters (Biosense ©, et St Jude Medical ©). Nous avons dû harmoniser les données qui n'étaient pas recueillies sous les mêmes dénominations pour des raisons de propriétés intellectuelles.

Devant la quantité importante de données mesurées durant l'intervention (Plus de 150 mesures pour un seul paramètre étudié (CF, FTI, CF max, CF min, Tir/lésion)), et le nombre important de tir réalisés, nos analyses portent sur les moyennes de CF, FTI et puissance par tir. Ce sont les mêmes paramètres qui sont exploités dans l'étude EFFICAS II (9) qui reprend les paramètres de CF moyenne, FTI moyenne.

Dans notre étude, on pouvait remarquer que ces critères de stabilité ne sont pas dans les objectifs « de qualité » fixés par l'étude EFFICAS II (9) en termes de CF (20g) et FTI (> 400g/s) afin d'obtenir des lésions myocardiques permettant une isolation de veines pulmonaire durable.

Nous avons pu relever certains tirs dans les bases de données avec une CF et un FTI très faibles. Les tirs avec une force de contact faible, ou appliquée durant un délai très court peuvent avoir impacté de façon très importante les mesures de CF moyenne et de FTI moyen. L'analyse de ces données par d'autres outils statistiques comme la médiane n'impact pas la valeur brute de CF et de FTI et ne fait pas apparaître de différence entre les deux groupes étudiés. Nous avons préféré la censurer pour ne pas surcharger les résultats des critères de jugement secondaires.

Dans l'analyse des bases de données, nous n'avons pas su faire la différence entre des tirs considérés comme aberrants et ainsi les retirer de l'analyse de notre série. Nous devrions analyser ces résultats avec l'équipe d'ingénieurs biomédicaux afin de mieux sélectionner les tirs à analyser pour obtenir une analyse plus pertinente des critères de stabilité.

La coopération entre cardiologues, ingénieurs et anesthésistes nous a motivé à décrire un nouvel outil d'évaluation de stabilité de cathéter : le rapport du nombre de tirs par lésion.

L'hypothèse est que plus un cathéter d'ablation est stable, moins de tirs seront nécessaires à l'isolation de la lésion. Ainsi, plus le rapport tir/lésion est proche de 1 et plus le cathéter est stable. Ce critère ne figure, à notre connaissance, pas encore dans la littérature comme critère de stabilité de cathéter.

Dans l'étude de notre série, aucun des critères objectifs de stabilité de cathéter ne sont statistiquement différent en fonction du mode de ventilation. Néanmoins, sans être statistiquement significatif, systématiquement les critères de stabilités sont meilleurs dans le groupe JVHF:

- **Tir par lésion** : le rapport nombre de tir sur nombre de lésion est moins important dans le groupe JVHF que dans le groupe standard. La différence est de l'ordre de 15% entre les deux groupes. Plus le cathéter d'ablation était stable, moins il y avait besoin de tirs de radiofréquence pour traiter la lésion. L'intervalle de confiance dans le groupe JVHF est plus réduit, témoin peut-être d'une homogénéité de stabilité. Ce critère n'est pas décrit dans la littérature scientifique.
- **CF moyen par lésion, CF maximum et CF minimum** : La force de contact appliquée à chaque lésion est également plus importante dans le groupe JVHF que dans le groupe ventilation standard. L'intervalle de confiance de la mesure est également moins important dans le groupe JVHF. Cette variabilité moins importante d'intervalle de confiance de la force de contact a été utilisé pour démontrer la stabilité supérieure du cathéter dans l'étude de Aizer **(19)**
- **FTI moyen par tir** : Le FTI est comparable dans les deux groupes étudiés. Ce paramètre dépend directement de la CF appliquée par lésion en fonction du temps.
- **Puissance moyenne par tir** : La puissance moyenne par tir est comparable dans les deux groupes étudiés montrant ainsi que le protocole d'ablation utilisé était comparable dans les deux groupes.

L'hypothèse d'un manque de puissance sur l'absence de différence significative sur ces paramètres nous paraît encore une fois l'explication la plus probable.

Ce sont uniquement les critères subjectifs des opérateurs en terme d'EVA stabilité du diaphragme et du cathéter que la différence est significative en faveur du groupe JVHF. L'opérateur était interrogé sur son impression subjective de stabilité du cathéter lors du geste d'ablation et sur le gêne occasionné par la course diaphragmatique. L'utilisation de la JVHF procurait un confort à l'opérateur plus important pour la réalisation de son geste par la faible ampliation thoracique générée par la ventilation mécanique, l'absence de compensation des mouvements respiratoires sur le logiciel de navigation 3D, la possibilité de faire de l'ablation continue en « dragging » sur les lésions, le gain de temps de procédure et l'absence d'anticipation de la phase télé-expiratoire pour optimiser la stabilité du cathéter.

3.2.2 Hémodynamique

L'impact hémodynamique du mode ventilatoire sur les paramètres mesurés sont comparables dans les deux groupes étudiés.

Dans notre série, les patients présentaient une durée d'hypotension artérielle moins importante sous JVHF sans être statistiquement significative. La différence représentée est de l'ordre de 20 minutes au cours d'une anesthésie générale. Cette différence nous paraît être dû au hasard, d'autant plus qu'elle était sans conséquence clinique pour le patient.

Ces différences restent à prouver dans des séries de patients plus importantes afin de mieux pouvoir décrire les effets hémodynamiques potentiellement bénéfiques de la JVHF sur l'hémodynamique en minimisant les interactions cœur-poumon par l'utilisation d'une pression intrathoracique moyenne plus basse et plus continue que sous VC. **(18)**

Les critères écho-cardiographiques mesurés en peropératoire ne diffèrent pas selon le groupe d'étude.

L'analyse échographique de la fonction diastolique ventricule gauche (Rapport E/A (rare), rapport E/Ea, rapport Onde S/Onde D) n'a pas montré de différence significative entre les deux groupes. Seule la FEVG semble statistiquement différente dans les deux groupes

étudiés. Cette différence est probablement dû au hasard étant donné le faible effectif de notre série. La différence de valeur de FEVG entre les deux groupes n'est pas pertinente d'un point de vue clinique.

Une hypothèse était d'analyser les indices échocardiographiques d'estimations des pressions des cavités gauches et des indices de compliances du VG dans les 2 méthodes ventilatoires utilisées. Dans notre réflexion, une modification des régimes de flux des veines pulmonaires modulé par la ventilation mécanique modifie la pression et donc le volume au sein de l'auricule gauche. La baisse relative de la pression intrathoracique moyenne appliquée lors de la JVHF par rapport à la VC changerait les régimes de pré- et postcharge auriculaires et ventriculaires.

L'absence de différence significative des paramètres échographiques entre les deux groupes peut être attribuée à un manque de puissance de notre série.

Le recueil de mesures écho-cardiographiques est compliqué en per-opératoire, en raison d'une pauvre échogénicité ETO de certains patients et de la difficulté d'interprétation des indices chez un patient en FA.

Nous devrions corrélérer ces mesures écho-cardiographique, à une mesure statique ponctuelle de la pression de l'auricule gauche lors du branchement du cathéter d'ablation. Cette mesure n'a pas été réalisé lors de notre étude compte tenu du nombre important de mesure déjà effectuée par l'équipe d'anesthésie et l'équipe de cardiologie.

Cette piste de réflexion nous paraissant toujours intéressante, il conviendra de l'intégrer de manière plus rigoureuse et systématique dans une série de patients plus importante et de la coupler à une évaluation des flux veineux pulmonaires ETO systématique.

3.2.3 Respiratoires

Aucun des patients de la série n'a souffert de désaturation significative, d'auto-extubation inopinées ou de conversion entre JVHF et ventilation standard. Ces observations démontraient la sécurité et la maîtrise de notre équipe dans la sélection des patients et l'administration de la ventilation mécanique.

Nous avons constaté, que les patients ventilés par JVHF présentaient une hypoventilation alvéolaire comme complication principale et attendue de la JVHF. Nous avons pu mettre en évidence que l' EtCO_2 au branchement du respirateur standard Aisys GE HealthCare © en fin d'intervention, était significativement plus important comparé à l' EtCO_2 estimé sur Monsoon III dans le groupe JVHF.

Cette possible hypoventilation alvéolaire était systématiquement corrigée par ventilation au respirateur standard avant l'extubation du patient. On ne notait aucune conséquence directe de cette hypoventilation alvéolaire dans notre série.

L'hypoventilation alvéolaire plus marquée dans le groupe JVHF peut être expliquée en partie par les difficultés à mesurer le CO_2 expiré où les cathéters de mesure de CO_2 ne parvenaient pas à afficher une mesure fiable durant l'étude de notre série. Ces mesures par manœuvres d'un cycle de 5 insufflation à grand volume courant perturbe fortement le logiciel de guidage 3D basé sur la compensation des mouvements respiratoires. On peut difficilement répéter ces mesures sans gêner le déroulement de la procédure.

Ce problème technique est encore à optimiser dans le protocole de service d'utilisation de la JVHF.

Nous pourrions nous servir de cette constatation pour modifier nos pratiques et proposer une mesure systématique de la paCO_2 per opératoire par gazométrie artérielle chez les patients les plus à risque hémodynamique ou respiratoire.

Une solution non invasive serait de proposer un monitoring transcutané du CO_2 pour détecter l'hypoventilation alvéolaire. **(44)**

3.2.4 Anesthésie

Les paramètres sur la gestion de l'anesthésie ne montraient pas de différences significatives en fonction du groupe de ventilation mécanique.

On remarquait une diminution de durée d'anesthésie générale séparant le moment de l'induction au moment de l'extubation dans le groupe JVHF sans que cette différence soit significative. **(18)** Cette diminution d'une durée de 40 minutes d'anesthésie générale pourrait exposer toute fois moins les patients aux complications de l'anesthésie générale chez des patients avec comorbidités cardio-vasculaires au cours d'une procédure à risque hémodynamique. Dans cette même logique, une durée d'anesthésie générale plus courte favoriserait une durée d'occupation des salles de surveillance post-interventionnelle moins importante.

On ne retrouvait pas de différence significative de température entre les deux groupes en fin d'intervention le réchauffement des gaz par le respirateur Monsoon III semble efficace. Aucune hypothermie peropératoire a été signalée.

3.2.5 Durée de procédure

Notre étude s'est intéressée aux différentes durées des phases clefs de l'intervention d'ablation de fibrillation atriale. Nous avons choisi de différencier la phase de cartographie et d'isolation de veines pulmonaires droites et gauche et de chronométrer chacune des phases. Le nombre moyen de lésions à isoler chez les patients était comparable dans les deux groupes étudiés.

Dans notre série, on remarque une tendance à une diminution de l'ensemble des durées de procédure en faveur du groupe sous JVHF. **(7, 18)** Ces résultats ne sont pas statistiquement significatifs. Par une étude de plus grande puissance, nous espérons confirmer ces résultats.

Il en découlait une durée de radiofréquence moins importante, et une dose d'irradiation utilisée en scopie moins importante sans que ces résultats soient statistiquement significatifs.

(18) Même si les doses d'irradiation sont diminuées dans le groupe JVHF, ces doses d'irradiation ne sont pas importantes et ne permettent pas d'avoir un impact sur la radioprotection du patient. L'évolution des techniques de cartographies permettent de travailler à des doses d'irradiation très faible aujourd'hui.

Par l'emploi systématique de JVHF, on peut imaginer diminuer le temps d'occupation des salles de cathétérisme et d'augmenter l'efficacité et la performance des techniques ablatives. Ces hypothèses restent à vérifier dans une étude médico-économique spécifiquement dédiée.

3.2.6 Devenir du patient :

Traitements

En ce qui concerne l'évolution des traitements antiarythmiques et anti-coagulants post-opératoire, nous avons recueilli le sevrage des traitements antiarythmiques et anticoagulant par les cardiologues traitant à distance de la procédure. Les patients étaient tous traités par médicaments antiarythmiques dans la période post-opératoire précoce pour prévenir le risque de rechute précoce. Cependant, l'utilité à long terme (6 à 12 mois) de la poursuite d'un traitement antiarythmique en phase post-opératoire d'ablation de fibrillation atriale reste incertaine selon les recommandations de bonnes pratiques. (Grade IIb) **(1)**

La proportion de traitements sevrés était comparable dans les deux groupes étudiés dans notre série. Ce résultat était prévisible du fait d'une période de suivi probablement trop courte pour évaluer cet objectif.

On peut regretter l'absence de conduite à tenir définie par un protocole préétabli pour le sevrage des traitements antiarythmiques et anticoagulants par les cardiologues. Pour mieux pouvoir analyser cet objectif, il conviendrait d'établir un protocole de sevrage défini a priori.

Complications

– Cardiologie :

Notre série retrouvait des complications cardiologiques chez 2 patients (11%). Ces complications attendues concernaient essentiellement des complications hémorragiques au point de ponction fémoral et un épanchement péricardique réactionnel à la radiofréquence. Ces complications n'ont pas eu de conséquences sévères pour les patients au courant de leur séjour (choc hémorragique, ischémie de membre, tamponnade, reprise chirurgicale, transfusion).

– Anesthésie :

Notre série de 17 patients n'a pas montré de complications liées aux techniques d'anesthésie à 3 mois de leur prise en charge. Aucun patient n'a souffert de complications spécifiques à la ventilation mécanique standard ou haute fréquence. Aucun patient n'a présenté de complications liées à l'intubation ou liées aux variations hémodynamique ou rythmique per opératoire.

3.3 Forces de l'étude

3.3.1 Critères de validité interne

Le traitement par JVHF est comparé dans cette étude au traitement de référence en ventilation artificielle qui correspond au traitement par une ventilation mécanique.

On note l'absence de patients perdus de vue sur l'échantillon de patients suivi à 3 mois lors de cette étude mettant en évidence la qualité de suivi lors de leur parcours de soin.

Les caractéristiques liées au type de fibrillation atriale, intrinsèques à la procédure, à l'opérateur, et au type de cathéter sont comparables dans les deux groupes.

Cette étude montre la faisabilité du protocole de ventilation artificielle par JVHF, le savoir-faire d'une équipe et la sécurité qui en découle.

Le déroulement et le suivi chronologique en post-opératoire précoce et tardif (3 mois et 6 mois) des patients permettait d'avoir une vision globale de la prise en charge. En effet, le design de cette étude permettait de récolter des données importantes sur l'impact de la prise en charge sur le devenir des patients, rendant ce travail parfaitement pertinent cliniquement dans le suivi du patient atteint d'une cardiomyopathie rythmique chronique.

3.3.2 Critères de validité externe

– **Critère de jugement principal :**

Notre étude avait pour objectif d'associer plusieurs moyens thérapeutiques dont la JVHF afin d'optimiser la procédure d'isolation des veines pulmonaires par radiofréquence comme dans l'étude de Hutchinson (26). Nous associons dans notre série, des techniques d'anesthésie avancées par modification du type de ventilation mécanique aux techniques de cardiologie interventionnelle par des protocoles d'ablation de haute énergie afin de prévenir la rechute de fibrillation atriale.

Le critère de jugement principale était le critère de choix concernant l'impact d'une thérapeutique au cours de la prise en charge per-opératoire. On retrouve ce critère d'absence

de rechute de fibrillation atriale dans l'étude de Sivasambu **(45)** constituant le but ultime de la procédure d'isolation des veines pulmonaire. Dans l'étude de Sivasambu **(45)**, la rechute de fibrillation atriale à 100 jours de la procédure est de 14 % pour le groupe ventilation standard et 9% dans le groupe JVHF. Ces résultats sont cohérents avec nos proportions de rechutes dans les deux groupes étudiés de notre série (11 % ventilation standard, 12.5 % JVHF à 101 jours de prise en charge).

– **Critères de jugement secondaires :**

Protocoles d'anesthésie comparables :

Dans l'étude de notre protocole d'anesthésie pour le traitement et la gestion péri-opératoire d'un patient opéré d'ablation de fibrillation atriale sous JVHF, nous avons pu constater que nos pratiques étaient similaires à celle utilisées par d'autres équipes telles que décrites dans les articles de Ellkassabany **(23)**, Raiten **(24)**, Weiner **(25)** et Himani **(46)**.

Stabilité du cathéter :

Nous avons pu mesurer et exploiter les critères électrophysiologiques liés à la stabilité des cathéters d'ablation comme dans les études SMART-AF **(8)** EFFICAS II **(9)**, TOCCASTAR **(10)**, et TOCCATA **(11)** :

- **SMART-AF (8)** : La CF moyenne était de 17.9 g (+/- 9.42). L'étude montrait que si l'opérateur parvenait à garder une force de contact stable dans les zones thérapeutiques fixées à priori durant plus de 80% du temps de radiofréquence, le succès d'ablation était 4 fois plus important à 1 an de la procédure. Cette donnée n'a pas pu être recueillie dans notre série par absence d'échantillonnage par intervalles de 50 ms de nos mesures de CF comme dans SMART-AF.

- **EFFICAS II (9)** : La CF moyenne est de 19.2 g et le FTI de 704 g/s pour isoler de façon efficace une lésion. Les auteurs précisent que la probabilité d'échec d'ablation est 4 fois supérieur lorsque le FTI est inférieur à 400 g/s par tir dans une analyse post-hoc. Le FTI moyen mesuré (135 g/s et 143 g/s) dans notre série est bien inférieur aux données mesure dans EFFICAS II. Ces résultats peuvent être expliqué par le fait que la CF moyenne de notre série est inférieure à la CF moyenne dans EFFICAS II, ne permettant pas d'avoir un intervalle temps force aussi important. La moyenne de FTI et de la CF peut aussi être influencé par l'enregistrement de tirs non stabilisés lors de nos mesures, ce qui impacte lourdement nos performances. Il s'agirait de supprimer ces tirs considérés comme aberrants au moment de l'analyse.

- **TOCCASTAR (10)** : Dans cette étude prospective contrôlée randomisée, l'utilisation d'un cathéter CF-sensing avec une CF « optimisée » supérieure à 10 g au cours de la procédure était associé à un succès plus important de la procédure. Dans notre série, les deux groupes étudiés présentent une CF moyenne par tir supérieure à 10 g.

- **TOCCATA (11)** : La distribution de CF pour tous les opérateurs lors de la phase d'ablation de lésion de fibrillation atriale retrouve un CF supérieure à 10 g. Dans cette série, des lésions créés avec une CF inférieure à 10g augmentait le risque de reconnexion des veines pulmonaires. Ces résultats sont comparables avec la CF moyenne de 12 g des deux groupes de notre étude. Dans cette étude, la CF était également analysée en fonction du territoire anatomique de l'auricule gauche, où la CF variait de manière importante en fonction de l'accessibilité du territoire. Cette analyse n'a pas été menée dans notre série comme le recueil des critères d'évaluation secondaires ne sont pas corrélées à la localisation géographique.

Temps de procédure réduite.

Lorsque l'on a regardé le temps total d'anesthésie générale, on retrouve une certaine cohérence avec l'étude de Goode **(8)** et dans l'analyse de la littérature par Galmen **(20)** dans la réduction du temps de l'intervention de 50 minutes des patients traités par JVHF comparé au groupe standard, pour une réduction d'une durée 40 minutes d'anesthésie dans notre étude.

Dose d'irradiation :

Au sein de notre série, nous avons également retrouvé une tendance à la diminution du temps de fluoroscopie/dose d'irradiation. Cette constatation faisait également parti des données de l'étude de Hutchinson avec une diminution du temps de fluoroscopie en faveur du groupe JVHF (77 min contre 67 min) **(26)**.

Sevrage des traitements :

Une des forces de l'étude était de s'intéresser au sevrage des traitements chroniques de la fibrillation atriale chez des patients traités au long court et pouvant potentiellement souffrir des effets indésirables de ces mêmes traitements. A notre connaissance, on ne retrouvait pas d'étude s'intéressant à l'impact de la JVHF sur le sevrage potentiel des traitements post-opératoire, donnant une certaine exclusivité scientifique au travail de recherche que nous avons mené.

3.4 Faiblesses de l'étude

3.4.1 Critères de validité interne

– Période d'inclusion écourtée :

La période d'inclusion de l'étude a souffert d'une durée écourtée compte tenu de la mise en place dès le 07/03/2020 du Plan Blanc au sein du Nouvel Hôpital Civil pour faire face à l'épidémie de SARS-COV2 (Severe Acute Respiratory Syndrom Coronavirus 2).

- Manque de puissance :

La faible puissance liée aux difficultés de recrutement lors de l'étude diminue fortement la portée scientifique des résultats mis en évidence lors de cette analyse. On regrette la proportion importante de sujets non-inclus et la période d'inclusion écourtée de 2 mois comme principaux facteurs impactant le recrutement.

Les mesures liées au Plan Blanc ont suspendu le programme opératoire du 09/03/2020 jusqu'au 04/05/2020 et impactent donc le recrutement de l'étude de ce travail de thèse. La période de recrutement initialement prévue de 3 mois n'a pas pu être respectée.

– Nombre important de sujets exclus :

La proportion de sujets exclus par la présence de critères de non-inclusion (Présence de contre-indication à la JVHF) ou l'annulation des procédures (durée de procédures prolongée, problèmes techniques au bloc opératoire, ...) est importante durant la période d'inclusion.

Les circonstances défavorables au recrutement des patients pourraient être améliorées par une période d'inclusion plus longue.

– **Recrutement limité par le nombre de respirateur disponible :**

Le recrutement de l'étude a été impacté directement par l'absence de disponibilité d'un appareil de JVHF pour l'étude.

Malgré de nombreuses sollicitations, la société SEBAC ©, fabricant et distribuant le ventilateur de JVHF, n'a pas souhaité prêter de respirateur dédié pour la réalisation de l'étude.

Le respirateur dont disposait le Nouvel Hôpital Civil était le même respirateur que celui utilisé par les équipes d'anesthésie en radiologie interventionnelle régulièrement indiqué en cas de procédures intéressant la région péri-diaphragmatique. **(22)**

3.4.2 Critères de validité externe

– **Critère de jugement principal :**

Notre série n'a pas permis de retrouver les résultats de l'étude menée par l'équipe de Sivasambu **(44)** retrouvant une diminution de la rechute de la fibrillation atriale après traitement par JVHF. Cette étude retrouvait une diminution de la rechute de fibrillation atriale à 12 mois de prise en charge dans le groupe JVHF comparé au groupe ventilation standard. Cette différence significative était retrouvée pour les fibrillations atriales paroxystiques sans être retrouvé dans les fibrillations atriales persistantes. Cette étude analysait le devenir de 84 patients par groupes d'étude qui différait selon le type de ventilation mécanique.

Au vu de ces éléments méthodologiques, il paraît difficile que l'étude de notre série puisse correspondre aux résultats de l'étude de Sivasambu **(44)**. En revanche, leurs résultats étaient une motivation supplémentaire pour continuer le recrutement de notre série apparaissant comme être une solution envisagée par d'autres équipes pour diminuer la rechute des patients.

– **Critères de jugement secondaires :**

Critères de stabilité du cathéter RF sensing :

Les critères tel que la CF moyenne par tir, la FTI moyenne par tir, la puissance moyenne par tir délivré étaient globalement tous plus faibles que dans les études princeps de SMART-AF **(8)**, EFFICAS II **(9)**, et TOCCASTAR **(10)** où la CF mesurée est de 20g pour un tir, la FTI supérieure à 400g/s. L'étude TOCCATA a même démontré qu'une CF inférieure à 10g augmentait le risque de reconnexion des veines pulmonaires à 1 an et favorisait la rechute de fibrillation atriale **(11)**.

Ces performances inférieures à celles attendues lors d'une procédure d'ablation ont des conséquences directes sur la qualité des lésions myocardiques induites et peuvent induire des rechutes par reconnections des veines pulmonaires comme montré dans l'étude de Atsushi **(12)**.

L'étude des critères de jugement secondaires sur les critères de stabilité du cathéter peuvent être sujet au biais d'interprétation. En effet, ces critères sont extraits d'immenses bases de données recueillies durant la phase per opératoire. Ces fichiers assurent l'objectivité de la mesure du paramètre étudié. Pour des soucis de simplification du travail de recherche, nous avons considéré par exemple, des paramètres comme la Force de Contact (CF) moyenne par tir effectué. Ces forces de contact sont des grandeurs continues, qui sont alors mesurés sur des échantillonnages à intervalles de temps réguliers. Ces principales approximations rendent donc l'interprétation de ces mesures moins précise en ce qui concerne les critères de stabilité du cathéter.

Toutefois, les cardiologues de notre centre utilisaient au cours de la procédure une technique de « dragging » où ils maintenant en continu l'application du cathéter d'ablation. Cette différence de technique peut effectivement différer des techniques utilisées dans les études précédemment citées **(10-12)**.

Hémodynamique :

L'étude de notre série montrait une tendance à une durée d'hypotension artérielle plus importante dans le groupe ventilation standard que dans le groupe JVHF et nécessitant donc une administration plus importante de vasopresseurs (Ephédrine, Noradrénaline IV et IVSE).

Ces résultats sont contradictoires avec ceux retrouvés dans l'étude de Sivasambu **(45)** où c'est le groupe JVHF qui nécessite un besoin en vasopresseur plus important sans que la dose moyenne de phényléphrine ne diffère entre les deux groupes étudiés.

Respiratoire :

Contrairement à l'étude de Elkassabany **(23)**, aucun patient de notre série n'a dû être converti de la JVHF à la ventilation mécanique standard pour cause d'hypercapnie.

Ces données peuvent être expliquées par le fait que la série de Elkassabany **(23)** comportait 179 patients avec un monitoring de la paCO₂ par gazométrie artérielle per opératoire. Notre protocole de recherche n'était pas prévu pour effectuer de gazométrie artérielle chez nos patients.

En plus d'avoir un effectif 10 fois moins importants, nous avons pu sous-estimer l'incidence d'hypercapnie peropératoire du fait d'une absence de mesures gazométriques systématiques. Nous proposons une attitude d'identification à priori des procédures à risques d'hypercapnie sous JVHF soit par le terrain du patient, ou par la durée de la procédure sur des critères définis à priori dans le protocole de recherche.

Anesthésie :

Notre série décrit une réduction du temps d'anesthésie générale pour les patients sans que cette différence ne soit statistiquement significative. Cette notion peut ressembler à la réduction du temps de procédure mis en évidence dans l'étude de Goode **(18)**.

3.5 Question répondue et intérêt de la JVHF

Par l'étude de cette série la question de l'influence de la ventilation mécanique sur la rechute de la fibrillation atriale après isolation des veines pulmonaire par radiofréquence n'est pas encore répondue.

Nous devons poursuivre la durée d'étude post opératoire, élargir la période de recrutement, et le nombre de recrutés afin de récolter davantage de données solides et pouvoir conclure.

Ce n'est que par la multiplication des données recueillies que nous pourrons mettre en évidence que c'est l'association d'actions thérapeutiques entre les prises en charges cardiologiques instrumentales, la gestion anesthésique per opératoire et la gestion post opératoire qui permet de faire diminuer les rechutes de fibrillation atriale.

Nous sommes persuadés que l'impact de la ventilation mécanique intervient au sein d'autres mesures d'optimisation du geste de cardiologie interventionnelle. Assuré de la faisabilité et de la sécurité de la technique, nous devons poursuivre nos efforts de recrutement dans les services de cardiologie et d'anesthésie.

Cette technique de ventilation artificielle doit gagner à être maîtrisée par les équipes d'anesthésie amenées à prendre en charge les patients pour une ablation de fibrillation atriale. Ce changement de pratique a été objectivé par d'autres équipes **(45)**.

Les mécanismes contributifs de modifications physiopathologiques au cours de la ventilation mécanique par JVHF lors des procédures d'ablation de fibrillation atriale sont également à explorer au cours des procédures. **(18)** Par la démonstration de modification de flux veineux pulmonaires, du volume auriculaire gauche et des régimes de pression auriculaire gauche nous pourrions renforcer la démonstration de l'intérêt de modifier nos pratiques au bloc opératoire et d'influencer en parti le devenir du patient.

4 CONCLUSION

Cette étude préliminaire comparant deux méthodes de ventilation, la ventilation par volume contrôlé et la JVHF dans le traitement par radiofréquence des patients atteints de FA, ne semble pas montrer de différence sur la rechute de la fibrillation atriale à 3 mois de la procédure.

Les critères de stabilité des cathéters d'ablation utilisés, ne semblent également pas être influencés par le mode de ventilation mécanique utilisé lors de la procédure d'anesthésie générale.

Les paramètres tels que le confort de l'opérateur et la durée de procédure et d'anesthésie générale sont les seuls paramètres influencés par le mode de ventilation dans notre série.

Les deux techniques de ventilation mécanique ne semblent pas être pourvue de complications spécifiques et démontre la performance et la fiabilité de ces techniques de ventilation au sein d'une équipe entraînée.

L'ensemble des caractéristiques cliniques et échographiques péri-opératoire ainsi que les complications post opératoires et leurs conséquences sur le suivi des patients ont été décrits.

Pour confirmer ces résultats intermédiaires, des études cliniques de plus larges effectifs et avec une meilleure puissance doivent être menées afin de démontrer l'intérêt de la ventilation haute fréquence dans cette procédure.

VU
Strasbourg, le 27/07/20
Le président du Jury de Thèse
Professeur.....MERTES.....

VU et approuvé
Strasbourg, le 31 AOUT 2020
Le Doyen de la Faculté de Médecine de Strasbourg
Professeur.....



Jean

SIBILIA

5 BIBLIOGRAPHIE

- [1] Calkins H.,MD ,Hindricks G.,MD ,Cappato R. ,MD et al. 2017HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Hearth rhythm*. 2017 Oct; 14(10): 295-433.
- [2] Kirchhof P. , Benussi S. , Kotecha D. . 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *European Heart Journal*. 2016; 37: 2893-2962.
- [3] Chugh SS, Havmoeller R. , Narayanan K et al. Worldwide Epidemiology of Atrial Fibrillation: A Global Burden of Disease 2010 Study. *Circulation*. 2014; 129:837-847.
- [4] Colilla S., PhD, MPH, Ann Crow MLS, Petkun W. , MD et al. Estimates of Current and Future Incidence and Prevalence of Atrial Fibrillation in the U.S. Adult Population. *Am J Cardiol*. 2013 ; 112(8) : 1142-1147.
- [5] Lloyd-Jones D, Adams RJ,Brow TM. Heart disease and stroke statistics—2010 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 2010 (121)
- [6] Haute Autorité de Santé. Ablation endocavitaire par cryothérapie des tachycardies – Argumentaire. Service évaluation des actes professionnels. Décembre 2016

- [7] Liang JJ. & al. Contact force sensing during atrial fibrillation ablation : clinical experience and effects on outcome. *Expert review of cardiovascular therapy*. 2016; 14(6).
- [8] Natale A, Reddy VY, Monir G, et al. Paroxysmal AF Catheter Ablation with a Contact Force Sensing Catheter Results of the Prospective, Multicenter SMART-AF Trial. *Am J Cardiol*. 2014 ; 64(7) : 647-656.
- [9] Kautzner J. , Neuzil P. , Lambert H. et al. EFFICAS II: optimization of catheter contact force improves outcome of pulmonary vein isolation for paroxysmal atrial fibrillation. *EP Europace*. 2015 Jun; 17(8): 1229-1235.
- [10] Reddy VY, Dukkipati SR, Neuzil P, et al. A Randomized Controlled Trial of the Safety and Effectiveness of a Contact Force Sensing Irrigated Catheter for Ablation of Paroxysmal Atrial Fibrillation: Results of the TOCCASTAR Study. *Circulation*. 2015 Aug 18; 137(7).
- [11] Kuck KH, Reddy VY, Schmidt B, et al. A novel radiofrequency ablation catheter using contact force sensing: TOCCATA study. *Heart rhythm*. 2012 Jan; 9(1): 18-23.
- [12] Ikeda A, Nakagawa H, Lambert H. Relationship Between Catheter Contact Force and Radiofrequency Lesion Size and Incidence of Steam Pop in the Beating Canine Heart Electrogram Amplitude, Impedance, and Electrode Temperature Are Poor Predictors of Electrode-Tissue Contact Force and Lesion Size. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2014; 7: 1174-1180.

- [13] Kumar Sa, Morton JB, Halloran K. Effect of respiration on catheter-tissue contact force during ablation of atrial arrhythmias. *Heart Rhythm*. 2012 Jul; 9(7): 1041-1047.
- [14] Di Biase L, Conti S, Mohanty P, et al. General anesthesia reduces the prevalence of pulmonary vein reconnection during repeat ablation when compared with conscious sedation: Results from a randomized study. *Heart Rhythm*. 2011 Mar ; 8(3) :368-372.
- [15] Ector J, De Buck S, Loeckx D. Changes in Left Atrial Anatomy Due to Respiration: Impact on Three-Dimensional Image Integration During Atrial Fibrillation Ablation. *J Cardiovasc Electr*. 2008 Aug ; 19(8) : 828-834.
- [16] Sbrana F, Ripoli A, Formichi B. Anesthetic management in atrial fibrillation ablation procedure: Adding non-invasive ventilation to deep sedation. *Indian Pacing and Electrophysiology Journal*. 2015 Mar-Apr; 15(2): 96-102.
- [17] Takigawa M, Takahashi A, Kuwahara T, et al. Airway support using a pediatric intubation tube in adult patients with atrial fibrillation: A simple and unique method to prevent heart movement during catheter ablation under continuous deep sedation. 2017. Aug. *J Arrhythmia* ; 33(4) : 262-268.
- [18] Goode JS , Taylor RL , Buffington CW , et al. High-frequency jet ventilation: Utility in posterior left atrial catheter ablation. *Heart Rhythm*. 2006 Jan; 3(1): 13-9.

- [19] Aizer A, Qiu J, Cheng A et al. Rapid pacing and high-frequency jet ventilation additively improve catheter stability during atrial fibrillation ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2020; 31: 1678–1686
- [20] Galmen K , Harbut P , Freedman J et al. High frequency jet ventilation for motion management during ablation procedures, a narrative review. *Acta Anaesth Scand.* 2017; 61: 1066-1074.
- [21] Bourgain J-L, Chollet M, Fischler M. Guide d'utilisation de la jet-ventilation en chirurgie ORL, trachéale et maxillo-faciale. *Ann Anesthesiol Fr.* 2010 Oct ; 29(10) : 720-727.
- [22] Lopez M, , Heger B. Jet-Ventilation en Radiologie Interventionnelle Percutanée («JET-RIP»): résultats de la première analyse intermédiaire. 2017.
- [23] Elkassabany N, Garcia F, Tschabrunn C et al. Anesthetic Management of Patients Undergoing Pulmonary Vein Isolation for Treatment of Atrial Fibrillation Using High-Frequency Jet Ventilation. *J Cardiothor Vasc An.* 2012 Jun. ; 26(3) : 433-438.
- [24] Raiten J, Elkassabany N, Gao W et al. Novel Uses of High Frequency Ventilation Outside the Operating Room. *Anesth Analg.* 2011 May; 112(5): 1110-1113.
- [25] Weiner MM. High Frequency Ventilation and Atrial Fibrillation Ablation. *Anesth Analg.* 2011 Oct. 113(4): 957.

- [26] Hutchinson MD, Garcia FC, Mandel JE. Efforts to enhance catheter stability improve atrial fibrillation ablation outcome. *Hearth Rythm*. 2013 Mar; 10(3): 347-353.
- [27] Chollet M, Bourgain J-L. La jet-ventilation pour les nuls. *Anesth Analg Reanim* ; 2015 Dec : 1(6) : 522-527.
- [28] Bourgain J-L, Chollet M, Fischler M, Gueret G, Mayne A, membres du conseil du club en anesthésie en ORL.[Guide for the use of jet-ventilation during ENT and oral surgery]. *Ann Fr Anesth Reanim* . 2010 Oct;29(10):720–727.
- [29] Chang HK. Mechanisms of gas transport during ventilation by high-frequency oscillation. *JAppl Physiol* . 1984 Mar;56(3):553–563.
- [30] Krishnan JA, Brower RG. High-frequency ventilation for acute lung injury and ARDS. *Chest* .2000 Sep;118(3):795–807.
- [31] Rouby JJ, Simonneau G, Benhamou D, Sartene R, Sardnal F, Deriaz H, et al. Factors Influencing Pulmonary Volumes and CO2 Elimination during High-frequency Jet Ventilation. *Anesthesiol*. 1985 Nov;63(5):473–482.
- [32] Gueret G, Touffet L, Arvieux C.-C. Étude d'un respirateur de jet-ventilation, le MonsoonTM, sur banc d'essais. *Ann Anesthesiol Fr*. 2010 Nov; 29(11): 821-825.
- [33] Gottschalk A, Mirza N, Weinstein GS, Edwards MW. Capnography during jet ventilation for laryngoscopy. *Anesth Analg* . 1997 Jul;85(1):155–159.

- [34] Dhara SS, Liu EHC. Measuring tracheal pressure during jet ventilation. *Anaesthesia* . 2004 Jun;59(6):617–618.
- [35] Bourgain J-L, Desruennes E, Fischler M, Ravussin P. Transtracheal high frequency jet ventilation for endoscopic airway surgery: a multicentre study. *Br J Anaesth*. 2001 Dec; 87(6): 870–875.
- [36] 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*. 2014 Sep; 25(9): 1463–1469.
- [37] Abad HLD, Ajalloueyan M, Jalali AR. Impact of body mass index (BMI) on ventilation during low-frequency jet ventilation. *Otolaryngol Head Neck Surg* . 2007 Mar; 136(3): 477–480.
- [38] Desruennes E, Bourgain J-L, Mamelie G, Luboinski B. Airway obstruction and high-frequency jet ventilation during laryngoscopy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* . 1991 Nov; 100(11): 922–927.
- [39] Gilbert TB. Gastric rupture after inadvertent esophageal intubation with a jet ventilation catheter. *Anesthesiology*. 1998 Feb; 88(2): 537 – 538.
- [40] Minto C. F., Schnider, T. W., & Shafer, S. L. Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of Remifentanyl. *Anesthesiology*, 1997. 86(1), 24–33.

- [41] Singh, S. M., d' Avila, A., Doshi, S. K., et al. Esophageal Injury and Temperature Monitoring During Atrial Fibrillation Ablation. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*, 2008. 1(3): 162–168.
- [42] Andrade, J. G., Khairy, P., Macle et al. Incidence and Significance of Early Recurrences of Atrial Fibrillation After Cryoballoon Ablation: Insights From the Multicenter Sustained Treatment of Paroxysmal Atrial Fibrillation (STOP AF) Trial. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*. 2014;7(1), 69–75.
- [43] Oral, H., Knight, B. P., Özaydın, M., Tada, H., Chugh, A., Hassan, S., Morady, F. (2002). Clinical significance of early recurrences of atrial fibrillation after pulmonary vein isolation. *Journal of the American College of Cardiology*, 40(1), 100–104.
- [44] Gancel, P.-E., Masson, R., Du Cheyron, D., Roupie, E., Lofaso, F., & Terzi, N. PCO₂ transcutanée: pourquoi, comment et pour qui ? *Réanimation*. 2012. 21(2), 221–230.
- [45] Sivasambu B, Hakim JB, Barodka V, et al. Initiation of a High-Frequency Jet Ventilation Strategy for Catheter Ablation for Atrial Fibrillation. *JACC Clin Electrophysiol*. dec 2018;4(12):1519-1525.

[46] Himani V. Bhatt, DO, MPA, Georgios Syros, MD, Michael Greco, DNP, CRNA et al.
Ablation Therapy for Atrial Fibrillation: Implications for the Anesthesiologist. J
Cardiothor Vasc An. 2015 oct; 29(5): 1341-1356.

6 ANNEXES :

6.1 Annexe 1 : EVA stabilité diaphragmatique

Système d'évaluation des difficultés de la procédure de cardiologie interventionnelle utilisant une échelle visuelle analogique modifiée. **(Figure 30)**

L'échelle visuelle analogique de difficulté est une règlette qui permet à l'opérateur d'auto évaluer la difficulté ressentie au moyen d'un curseur :

- d'un côté de la règlette, est dessinée une ligne sur laquelle l'opérateur déplace le curseur de l'extrémité « très facile » à l'extrémité « très difficile ».
- au verso de la règlette, l'évaluateur lit la difficulté ressentie par l'opérateur à l'aide d'une graduation en millimètres.

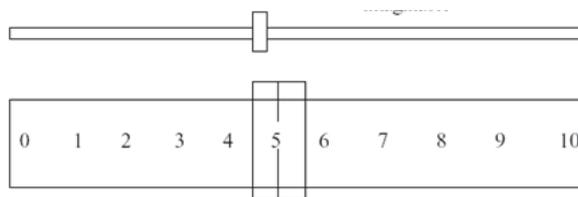


Figure 30 : Échelle visuelle analogique standard.