

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG
FACULTÉ DE MEDECINE DE STRASBOURG

Année : 2020

N°45

THÈSE
PRÉSENTÉE POUR LE DIPLÔME DE
DOCTEUR EN MÉDECINE

Diplôme d'Etat
Mention MÉDECINE GÉNÉRALE
PAR
CHABBERT Cédric
Né le 14 mai 1991 à Bordeaux (33)

Titre de la Thèse

Bénéfices du Programme d'Endurance Personnalisé sur ergoCycle (PEP'C) chez les
personnes âgées de 70 ans et plus.

Retour sur l'expérience mulhousienne

Président de thèse : Monsieur le Professeur Thomas VOGEL

Directrice de thèse : Madame le Docteur Cécile SCHNELL

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



- **Président de l'Université** M. DENEKEN Michel
- **Doyen de la Faculté** M. SIBLIA 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

Edition SEPTEMBRE 2019
Année universitaire 2019-2020

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 Héléne Génétique clinique (01.10.2014 au 31.09.2019)

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

PO214

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 / P0170	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
BLANC Frédéric P0213	NRP6 NCS	- Pôle de Gériatrie - Service de Médecine Interne - Gériatrie - Hôpital de la Robertsau	53.01 Médecine interne ; addictologie Option : gériatrie et biologie du vieillissement
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 P0018	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	NRP6 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie Maxillo-faciale et réparatrice / Hôpital Civil	50.04 Option : chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique
Mme CAILLARD-OHLMANN Sophie P0171	NRP6 NCS	• Pôle de Spécialités médicales-Ophthalmologie / SMO - Service de Néphrologie-Transplantation / NHC	52.03 Néphrologie
CASTELAIN Vincent P0027	NRP6 NCS	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Hôpital Hautepierre	48.02 Réanimation
CHAKFE Nabil P0029	NRP6 CS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie Vasculaire et de transplantation rénale / NHC	51.04 Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire / Option : chirurgie vasculaire
CHARLES Yann-Philippe M0013 / P0172	NRP6 NCS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie du rachis / Chirurgie B / HC	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mme CHARLOUX Anne P0028	NRP6 NCS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option biologique)
Mme CHARPIOT Anne P0030	NRP6 NCS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP	55.01 Oto-rhino-laryngologie
CHELLY Jameledine P0173	NRP6 CS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / NHC	47.04 Génétique (option biologique)
Mme CHENARD-NEU Marie-Pierre P0041	NRP6 CS	• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre	42.03 Anatomie et cytologie pathologiques (option biologique)
CLAVERT Philippe P0044	NRP6 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Orthopédie / CCOM d'Illkirch	42.01 Anatomie (option clinique, orthopédie traumatologique)
COLLANGE Olivier PO193	NRP6 NCS	• Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésiologie-Réanimation Chirurgicale / NHC	48.01 Anesthésiologie-Réanimation ; Médecine d'urgence (option Anesthésiologie-Réanimation - Type clinique)
CRIBIER Bernard P0045	NRP6 CS	• Pôle d'Urologie, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	50.03 Dermato-Vénérologie
DANION Jean-Marie P0046	NRP6 NCS	• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie 1 / Hôpital Civil	49.03 Psychiatrie d'adultes
de BLAY de GAIX Frédéric P0048	RP6 CS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil	51.01 Pneumologie
de SEZE Jérôme P0057	NRP6 NCS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre	49.01 Neurologie
DEBRY Christian P0049	NRP6 CS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP	55.01 Oto-rhino-laryngologie
DERUELLE Philippe P0199	NRP6 NCS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / Hôpital de Hautepierre	54.03 Gynécologie-Obstétrique; gynécologie médicale: option gynécologie-obstétrique
DIEMUNSCH Pierre P0051	RP6 CS	• Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésie-Réanimation Chirurgicale / Hôpital de Hautepierre	48.01 Anesthésiologie-réanimation (option clinique)
Mme DOLLFUS-WALTMANN Hélène P0054	NRP6 CS	• Pôle de Biologie - Service de Génétique Médicale / Hôpital de Hautepierre	47.04 Génétique (type clinique)
EHLINGER Matthieu P0188	NRP6 NCS	• Pôle de l'Appareil Locomoteur - Service de Chirurgie Orthopédique et de Traumatologie/Hôpital de Hautepierre	50.02 Chirurgie Orthopédique et Traumatologique
Mme ENTZ-WERLE Natacha P0059	NRP6 NCS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie III / Hôpital de Hautepierre	54.01 Pédiatrie
Mme FACCA Sybille P0179	NRP6 NCS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de la Main et des Nerfs périphériques / CCOM Illkirch	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mme FAFI-KREMER Samira P0060	NRP6 CS	• Pôle de Biologie - Laboratoire (Institut) de Virologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Bactériologie-Virologie ; Hygiène Hospitalière Option Bactériologie- Virologie biologique
FALCOZ Pierre-Emmanuel P0052	NRP6 NCS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Chirurgie Thoracique / Nouvel Hôpital Civil	51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
FORNECKER Luc-Matthieu P0208	NRP6 NCS	• Pôle d'Oncolo-Hématologie - Service d'hématologie et d'Oncologie / Hôp. Hautepierre	47.01 Hématologie ; Transfusion Option : Hématologie
GALLIX Benoit P0214	NCS	• IHU - Institut Hospitalo-Universitaire - Hôpital Civil	43.02 Radiologie et imagerie médicale
GANGI Afshin P0062	RP6 CS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventionnelle / Nouvel Hôpital Civil	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
GAUCHER David P0063	NRP6 NCS	• Pôle des Spécialités Médicales - Ophthalmologie / SMO - Service d'Ophthalmologie / Nouvel Hôpital Civil	55.02 Ophthalmologie
GENY Bernard P0064	NRP6 CS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option biologique)
GEORG Yannick P0200	NRP6 NCS	• 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
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

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités	
GOTTENBERG Jacques-Eric P0068	NRP6 CS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital Haute-pierre	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
Mme HELMS Julie M0114 / P0209	NRP6 NCS	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation Médicale / Nouvel Hôpital Civil	48.02	Médecine Intensive-Réanimation
HERBRECHT Raoul P0074	RP6 NCS	• Pôle d'Oncolo-Hématologie - Service d'hématologie et d'Oncologie / Hôp. Haute-pierre	47.01	Hématologie ; Transfusion
HIRSCH Edouard P0075	NRP6 NCS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Haute-pierre	49.01	Neurologie
IMPERIALE Alessio P0194	NRP6 NCS	• Pôle d'Imagerie - Service de Biophysique et de Médecine nucléaire/Hôpital de Haute-pierre	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 P0201	NRP6 NCS	• 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 Haute-pierre	54.01	Pédiatrie
KURTZ Jean-Emmanuel P0089	NRP6 CS	• Pôle d'Onco-Hématologie - Service d'hématologie et d'Oncologie / Hôpital Haute-pierre	47.02	Option : Cancérologie (clinique)
Mme LALANNE-TONGIO Laurence P0202	NRP6 NCS	• Pôle de Psychiatrie, Santé mentale et Addictologie - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil	49.03	Psychiatrie d'adultes ; Addictologie (Option : Addictologie)
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 Haute-pierre	54.03	Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale : option gynécologie-Obstétrique
LAUGEL Vincent P0092	NRP6 CS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie 1 / Hôpital Haute-pierre	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 Haute-pierre	42.01	Anatomie
LIPSKER Dan P0093	NRP6 NCS	• Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	50.03	Dermato-vénéréologie
LIVERNEAUX Philippe P0094	NRP6 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie de la main - CCOM / Illkirch	50.02	Chirurgie orthopédique et traumatologique
MALOUF Gabriel P0203	NRP6 NCS	• Pôle d'Onco-hématologie - Service d'Hématologie et d'Oncologie / Hôpital de Haute-pierre	47.02	Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie
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)

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
Mme MATHELIN 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
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
OHANA Mickael P0211	NRP6 CS	• Pôle d'Imagerie - Serv. d'Imagerie B - Imagerie viscérale et cardio-vasculaire / NHC	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
OHLMANN Patrick P0115	NRP6 CS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
Mme OLLAND Anne P0204	NRP6 NCS	• Pôle de Pathologie Thoracique - 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 P0205	NRP6 NCS	• Pôle d'Anesthésie / Réanimation chirurgicales / SAMU-SMUR - Service SAMU/SMUR / HP	48.05 Réanimation ; Médecine d'urgence 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 P0206	NRP6 NCS	• 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
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'Hépatogastro-Entérologie et d'Assistance Nutritive / HP	52.01 Option : Gastro-entérologie
Pr RICCI Roméo P0127	NRP6 NCS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
ROHR Serge P0128	NRP6 CS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
Mme ROSSIGNOL-BERNARD Sylvie P0198	NRP6 CS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie I / Hôpital de Haute pierre	54.01 Pédiatrie
ROUL Gérald P0129	NRP6 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
Mme ROY Catherine P0140	NRP6 CS	• Pôle d'Imagerie - Serv. d'Imagerie B - Imagerie viscérale et cardio-vasculaire / NHC	43.02 Radiologie et imagerie médicale (opt clinique)
SANANES Nicolas P0212	NRP6 CS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique/ HP	54.03 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale Option : Gynécologie-Obstétrique

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
SANANES Nicolas P0212	NRP6 CS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique/ HP	54.03 Gynécologie-Obstétrique : gynécologie médicale Option : Gynécologie-Obstétrique
SAUDER Philippe P0142	NRP6 CS	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Nouvel Hôpital Civil	48.02 Réanimation
SAUER Arnaud P0183	NRP6 NCS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil	55.02 Ophtalmologie
SAULEAU Erik-André P0184	NRP6 NCS	• Pôle de Santé publique et Santé au travail - Laboratoire de Biostatistiques / Hôpital Civil • Biostatistiques et Informatique / Faculté de médecine / HC	46.04 Biostatistiques, Informatique médicale et Technologies de Communication (option biologique)
SAUSSINE Christian P0143	RP6 CS	• Pôle d'Urologie, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Urologique / Nouvel Hôpital Civil	52.04 Urologie
SCHNEIDER Francis P0144	RP6 CS	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Hôpital de Haute-pierre	48.02 Réanimation
Mme SCHRÖDER Carmen P0185	NRP6 CS	• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychothérapie pour Enfants et Adolescents / Hôpital Civil	49.04 Pédopsychiatrie ; Addictologie
SCHULTZ Philippe P0145	NRP6 NCS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP	55.01 Oto-rhino-laryngologie
SERFATY Lawrence P0197	NRP6 NCS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service d'Hépto-Gastro-Entérologie et d'Assistance Nutritive / HP	52.01 Gastro-entérologie ; Hépatologie ; Addictologie Option : Hépatologie
SIBILIA Jean P0146	NRP6 NCS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital Haute-pierre	50.01 Rhumatologie
Mme SPEEG-SCHATZ Claude P0147	RP6 CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil	55.02 Ophtalmologie
STEIB Jean-Paul P0149	NRP6 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie du rachis / Hôpital Civil	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
STEPHAN Dominique P0150	NRP6 CS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service des Maladies vasculaires - HTA - Pharmacologie clinique / Nouvel Hôpital Civil	51.04 Option : Médecine vasculaire
THAVEAU Fabien P0152	NRP6 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie vasculaire et de transplantation rénale / NHC	51.04 Option : Chirurgie vasculaire
Mme TRANCHANT Christine P0153	NRP6 CS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Haute-pierre	49.01 Neurologie
VEILLON Francis P0155	NRP6 CS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie 1 - Imagerie viscérale, ORL et mammaire / Hôpital Haute-pierre	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
VELTEN Michel P0156	NRP6 NCS CS	• Pôle de Santé publique et Santé au travail - Département de Santé Publique / Secteur 3 - Epidémiologie et Economie de la Santé / Hôpital Civil • Laboratoire d'Epidémiologie et de santé publique / HC / Fac de Médecine • Centre de Lutte contre le Cancer Paul Strauss - Serv. Epidémiologie et de biostatistiques	46.01 Epidémiologie, économie de la santé et prévention (option biologique)
VETTER Denis P0157	NRP6 NCS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Médecine Interne, Diabète et Maladies métaboliques/HC	52.01 Option : Gastro-entérologie
VIDAILHET Pierre P0158	NRP6 NCS	• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil	49.03 Psychiatrie d'adultes
VIVILLE Stéphane P0159	NRP6 NCS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Pathologies tropicales / Fac. de Médecine	54.05 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique)
VOGEL Thomas P0160	NRP6 CS	• Pôle de Gériatrie - Service de soins de suite et réadaptations gériatriques / Hôpital de la Robertsau	51.01 Option : Gériatrie et biologie du vieillissement
WEBER Jean-Christophe Pierre P0162	NRP6 CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne / Nouvel Hôpital Civil	53.01 Option : Médecine Interne
WOLF Philippe P0207	NRP6 NCS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie Générale et de Transplantations multiorganes / HP - Coordonnateur des activités de prélèvements et transplantations des HU	53.02 Chirurgie générale
Mme WOLFF Valérie P0001	NRP6 NCS	• Pôle Tête et Cou - Service de Neurochirurgie / Hôpital de Haute-pierre	49.01 Neurologie

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)

CÙ : Chef d'unité fonctionnelle

Pô : Pôle

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

(1) En surnombre universitaire jusqu'au 31.08.2018

(3)

(5) En surnombre universitaire jusqu'au 31.08.2019

(6) En surnombre universitaire jusqu'au 31.08.2017

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

(8) Consultant hospitalier (pour une 2ème année) --> 31.08.2017

(9) Consultant hospitalier (pour une 3ème année) --> 31.08.2017

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
----------------	-----	--	--

A4 - PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES

HABERSETZER François	CS	Pôle Hépato-digestif 4190 Service de Gastro-Entérologie - NHC	52.01 Gastro-Entérologie
CALVEL Laurent	NRP6 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	

MO128 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 Hautepierre	43.01 Biophysique et Médecine nucléaire
Mme ANTAL Maria Cristina M0003		• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hautepierre • 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 M0442 (En disponibilité)		• 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 M0117		• Pôle de Pharmacologie - Unité de Pharmacologie clinique / Faculté de Médecine	48.03 Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie Option : pharmacologie fondamentale
Mme BARNIG Cindy M0110		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations Fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie
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 Hautepierre	43.01 Biophysique et médecine nucléaire (option clinique)
BONNEMAIS 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 M0118		• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventionnelle / NHC	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
Mme CEBULA Hélène M0124		• Pôle Tête-Cou - Service de Neurochirurgie / HP	49.02 Neurochirurgie
CERALINE Jocelyn M0012		• Pôle 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 (En disponibilité)	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
Mme FARRUGIA-JACAMON Audrey M0034		• Pôle de Biologie - Service de Médecine Légale, Consultation d'Urgences médico-judiciaires et Laboratoire de Toxicologie / Faculté et HC • Institut de Médecine Légale / Faculté de Médecine	46.03 Médecine Légale et droit de la santé
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)
GUFFROY Aurélien M0125		• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine interne et d'Immunologie clinique / NHC	47.03 Immunologie (option clinique)
Mme HARSAN-RASTEI Laura M0119		• Pôle d'Imagerie - Service de Biophysique et de Médecine nucléaire / Hôpital de Hautepierre	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
Mme HEIMBURGER Céline M0120		• Pôle d'Imagerie - Service de Biophysique et de Médecine nucléaire/Hôpital de Hautepierre	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
HUBELE Fabrice M0033		• Pôle d'Imagerie - Service de Biophysique et de Médecine nucléaire / HP et NHC	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
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
KOCH Guillaume M0126		- Institut d'Anatomie Normale / Faculté de Médecine	42.01 Anatomie (Option clinique)
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)
LAVAUZ 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
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)
Mme NICOLAE Alina M0127		• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre	42.03 Anatomie et Cytologie Pathologiques (Option Clinique)
NOLL Eric M0111		• Pôle d'Anesthésie Réanimation Chirurgicale SAMU-SMUR - Service Anesthésiologie et de Réanimation Chirurgicale - Hôpital Hautepierre	48.01 Anesthésiologie-Réanimation ; Médecine d'urgence
Mme NOURRY Nathalie M0011		• Pôle de Santé publique et Santé au travail - Service de Pathologie professionnelle et de Médecine du travail - HC	46.02 Médecine et Santé au Travail (option clinique)
PENCREAC'H Erwan M0052		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et biologie moléculaire / Nouvel Hôpital Civil	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
PFAFF Alexander M0053		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS	45.02 Parasitologie et mycologie
Mme PITON Amélie M0094		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / NHC	47.04 Génétique (option biologique)
PREVOST Gilles M0057		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie -virologie (biologique)
Mme RADOSAVLJEVIC Mirjana M0058		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil	47.03 Immunologie (option biologique)
Mme REIX Nathalie M0095		• Pôle de Biologie - Labo. d'Explorations fonctionnelles par les isotopes / NHC • Institut de Physique biologique / Faculté de Médecine	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
RIEGEL Philippe M0059		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie -virologie (biologique)
ROGUE Patrick (cf. A2) M0060		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et biologie moléculaire / NHC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire (option biologique)
Mme ROLLAND Delphine M0121		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Hématologie biologique / Hautepierre	47.01 Hématologie ; transfusion (type mixte : Hématologie)
ROMAIN Benoît M0061		• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités	
Mme RUPPERT Elisabeth M0106		• Pôle Tête et Cou - Service de Neurologie - Unité de Pathologie du Sommeil / Hôpital Civil	49.01	Neurologie
Mme SABOU Alina M0096		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS • Institut de Parasitologie / Faculté de Médecine	45.02	Parasitologie et mycologie (option biologique)
Mme SCHEIDECKER Sophie M0122		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04	Génétique
Mme SCHNEIDER Anne M0107		• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie pédiatrique / Hôpital de Hautepierre	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 M0123		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Virologie / Hôpital de Hautepierre	45.01	Bactériologie-Virologie ; hygiène hospitalière Option : Bactériologie-Virologie
Mme SORDET Christelle M0069		• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital de Hautepierre	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 Hautepierre	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 Hautepierre	47.01	Hématologie ; Transfusion Option Hématologie Biologique
Mme VELAY-RUSCH Aurélie M0128		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Virologie / Hôpital Civil	45.01	Bactériologie-Virologie ; Hygiène Hospitalière Option Bactériologie-Virologie biologique
Mme VILLARD Odile M0076		• Pôle de Biologie - Labo. de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS et Fac	45.02	Parasitologie et mycologie (option biologique)
Mme WOLF Michèle M0010		• Chargé de mission - Administration générale - Direction de la Qualité / Hôpital Civil	48.03	Option : Pharmacologie fondamentale
Mme ZALOSZYC Ariane ép. MARCANTONI M0116		• Pôle Médico-Chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie I / Hôpital de Hautepierre	54.01	Pédiatrie
ZOLL Jeffrey 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)

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

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

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

E - PRATICIENS HOSPITALIERS - CHEFS DE SERVICE NON UNIVERSITAIRES

Dr ASTRUC Dominique	NRP6 CS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Serv. de Néonatalogie et de Réanimation néonatale (Pédiatrie 2) / Hôpital de 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)
 - MANDEL Jean-Louis (Génétique et biologie moléculaire et cellulaire)
- 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)
- o *pour trois ans (1er avril 2019 au 31 mars 2022)*
 - Mme STEIB Annick (Anesthésie, Réanimation chirurgicale)
- o *pour trois ans (1er septembre 2019 au 31 août 2022)*
 - DUFOUR Patrick (Cancérologie clinique)
 - NISAND Israël (Gynécologie-obstétrique)
 - PINGET Michel (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques)
 - Mme QUOIX Elisabeth (Pneumologie)

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	KUNTZ Jean-Louis (Rhumatologie) / 01.09.08
BABIN Serge (Orthopédie et Traumatologie) / 01.09.01	KUNTZMANN Francis (Gériatrie) / 01.09.07
BAREISS Pierre (Cardiologie) / 01.09.12	KURTZ Daniel (Neurologie) / 01.09.98
BATZENSCHLAGER André (Anatomie Pathologique) / 01.10.95	LANG Gabriel (Orthopédie et traumatologie) / 01.10.98
BAUMANN René (Hépatogastro-entérologie) / 01.09.10	LANG Jean-Marie (Hématologie clinique) / 01.09.11
BERGERAT Jean-Pierre (Cancérologie) / 01.01.16	LANGER Bruno (Gynécologie) / 01.11.19
BERTHEL Marc (Gériatrie) / 01.09.18	LEVY Jean-Marc (Pédiatrie) / 01.10.95
BIENTZ Michel (Hygiène Hospitalière) / 01.09.04	LONSDORFER Jean (Physiologie) / 01.09.10
BLICKLE Jean-Frédéric (Médecine Interne) / 15.10.17	LUTZ Patrick (Pédiatrie) / 01.09.16
BLOCH Pierre (Radiologie) / 01.10.95	MAILLLOT Claude (Anatomie normale) / 01.09.03
BOURJAT Pierre (Radiologie) / 01.09.03	MAITRE Michel (Biochimie et biol. moléculaire) / 01.09.13
BOUSQUET Pascal (Pharmacologie) / 01.09.19	MANDEL Jean-Louis (Génétique) / 01.09.16
BRECHENMACHER Claude (Cardiologie) / 01.07.99	MANGIN Patrice (Médecine Légale) / 01.12.14
BRETTES Jean-Philippe (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.10	MANTZ Jean-Marie (Réanimation médicale) / 01.10.94
BROGARD Jean-Marie (Médecine interne) / 01.09.02	MARESCAUX Christian (Neurologie) / 01.09.19
BURGHARD Guy (Pneumologie) / 01.10.86	MARESCAUX Jacques (Chirurgie digestive) / 01.09.16
BURSZTEJN Claude (Pédopsychiatrie) / 01.09.18	MARK Jean-Joseph (Biochimie et biologie cellulaire) / 01.09.99
CANTINEAU Alain (Médecine et Santé au travail) / 01.09.15	MESSER Jean (Pédiatrie) / 01.09.07
CAZENAVE Jean-Pierre (Hématologie) / 01.09.15	MEYER Christian (Chirurgie générale) / 01.09.13
CHAMPY Maxime (Stomatologie) / 01.10.95	MEYER Pierre (Biostatistiques, informatique méd.) / 01.09.10
CHAUVIN Michel (Cardiologie) / 01.09.18	MINCK Raymond (Bactériologie) / 01.10.93
CINQUALBRE Jacques (Chirurgie générale) / 01.10.12	MONTEIL Henri (Bactériologie) / 01.09.11
CLAVERT Jean-Michel (Chirurgie infantile) / 31.10.16	MORAND Georges (Chirurgie thoracique) / 01.09.09
COLLARD Maurice (Neurologie) / 01.09.00	MOSSARD Jean-Marie (Cardiologie) / 01.09.09
CONRAUX Claude (Oto-Rhino-Laryngologie) / 01.09.98	OUDET Pierre (Biologie cellulaire) / 01.09.13
CONSTANTINESCO André (Biophysique et médecine nucléaire) / 01.09.11	PASQUALI Jean-Louis (Immunologie clinique) / 01.09.15
DIETEMANN Jean-Louis (Radiologie) / 01.09.17	PATRIS Michel (Psychiatrie) / 01.09.15
DOFFOEL Michel (Gastroentérologie) / 01.09.17	Mme PAULI Gabrielle (Pneumologie) / 01.09.11
DORNER Marc (Médecine Interne) / 01.10.87	POTTECHER Thierry (Anesthésie-Réanimation) / 01.09.18
DUCLOS Bernard (Hépatogastro-Hépatologie) / 01.09.19	REYS Philippe (Chirurgie générale) / 01.09.98
DUPEYRON Jean-Pierre (Anesthésiologie-Réa.Chir.) / 01.09.13	RITTER Jean (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.02
EISENMANN Bernard (Chirurgie cardio-vasculaire) / 01.04.10	RUMPLER Yves (Biol. développement) / 01.09.10
FABRE Michel (Cytologie et histologie) / 01.09.02	SANDNER Guy (Physiologie) / 01.09.14
FISCHBACH Michel (Pédiatrie) / 01.10.16	SAUVAGE Paul (Chirurgie infantile) / 01.09.04
FLAMENT Jacques (Ophtalmologie) / 01.09.09	SCHAFF Georges (Physiologie) / 01.10.95
GAY Gérard (Hépatogastro-entérologie) / 01.09.13	SCHLAEDER Guy (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.01
GERLINGER Pierre (Biol. de la Reproduction) / 01.09.04	SCHLIENGER Jean-Louis (Médecine Interne) / 01.08.11
GRENIER Jacques (Chirurgie digestive) / 01.09.97	SCHRAUB Simon (Radiothérapie) / 01.09.12
GROSSHANS Edouard (Dermatologie) / 01.09.03	SCHWARTZ Jean (Pharmacologie) / 01.10.87
GRÜCKER Daniel (Biophysique) / 01.09.18	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) / 01.09.09
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) / 01.09.09	TEMPE Jean-Daniel (Réanimation médicale) / 01.09.06
IMLER Marc (Médecine interne) / 01.09.98	TONGIO Jean (Radiologie) / 01.09.02
JACQMIN Didier (Urologie) / 09.08.17	TREISSER Alain (Gynécologie-Obstétrique) / 24.03.08
JAECK Daniel (Chirurgie générale) / 01.09.11	VAUTRAVERS Philippe (Médecine physique et réadaptation) / 01.09.16
JAEGER Jean-Henri (Chirurgie orthopédique) / 01.09.11	VETTER Jean-Marie (Anatomie pathologique) / 01.09.13
JESEL Michel (Médecine physique et réadaptation) / 01.09.04	VINCENDON Guy (Biochimie) / 01.09.08
KAHN Jean-Luc (Anatomie) / 01.09.18	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
KREMER Michel (Parasitologie) / 01.05.98	WILK Astrid (Chirurgie maxillo-faciale) / 01.09.15
KRETZ Jean-Georges (Chirurgie vasculaire) / 01.09.18	WILLARD Daniel (Pédiatrie) / 01.09.96
KRIEGER Jean (Neurologie) / 01.01.07	WOLFRAM-GABEL Renée (Anatomie) / 01.09.96

Légende des adresses :

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

HOPITAUX UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG (HUS) :

- NHC : **Nouvel Hôpital Civil** : 1, place de l'Hôpital - BP 426 - F - 67091 Strasbourg Cedex - Tél. : 03 69 55 07 08
- HC : **Hôpital Civil** : 1, Place de l'Hôpital - B.P. 426 - F - 67091 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.11.67.68
- HP : **Hôpital de HautePierre** : Avenue Molière - B.P. 49 - F - 67098 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.12.80.00
- **Hôpital de La Robertsau** : 83, rue Himmerich - F - 67015 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.11.55.11
- **Hôpital de l'Elsau** : 15, rue Cranach - 67200 Strasbourg - Tél. : 03.88.11.67.68

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

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

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

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

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

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

Monsieur Olivier DIVE, Conservateur

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

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des maîtres de cette école, de mes chers condisciples, je promets et je jure au nom de l'Être suprême d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

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

*Que les hommes m'accordent leur estime si je suis resté fidèle à mes promesses.
Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.*

À mes parents, Brigitte et Joël, à mon frère, Christophe

Ce travail est l'aboutissement de mon internat, mais surtout de toutes ces années d'étude. Mais si j'en suis arrivé ici aujourd'hui, c'est grâce à votre soutien sans faille et votre aide en toute circonstance. Je vous dois tant, et pour tout cela merci. Je vous aime.

À ma grand-mère, Andrée

Tes encouragements et ta bienveillance m'ont toujours aidé à avancer. C'est avec amour que je te remercie pour tout ce que tu as fait pour moi.

Remerciements

À Monsieur le Professeur Thomas VOGEL, président du jury

Vous m'avez fait l'honneur d'être président de mon jury de thèse, avec un sujet qui je l'espère aura suscité votre intérêt. Je vous en suis extrêmement reconnaissant. Veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect.

À Messieurs les Professeurs Bernard GENY et GEORGES KALTENBACH, membres du jury

Je remercie Monsieur le Professeur KALTENBACH d'avoir accepté ma participation aux enseignements du DESC de gériatrie et de m'avoir permis de faire mon entrée dans cette belle spécialité.

Monsieur le Professeur GENY, vous avez accepté de juger mon travail, j'espère qu'il retiendra votre intérêt.

Je vous suis reconnaissant à tous deux d'avoir accepté de siéger dans mon jury. Veuillez trouver ici l'expression de ma gratitude et de mon respect.

À ma directrice de thèse, Madame le Docteur Cécile SCHNELL-FROMENTIN

Si nous nous sommes probablement croisés à plusieurs reprises sur le site Victor Segalen à Bordeaux, il aura toutefois fallu attendre que nos routes se rejoignent au court séjour de gériatrie à Mulhouse pour faire enfin connaissance. C'est par tes encouragements et tes conseils que j'ai pris la décision de m'orienter vers la gériatrie. Par tes enseignements j'ai appris énormément, et j'espère pouvoir continuer à évoluer à tes côtés. Tu es une inspiration au quotidien.

Tu m'as fait l'honneur d'accepter de diriger ma thèse, j'espère avoir pu te le rendre en menant notre sujet jusqu'au bout.

De notre relation professionnelle est née une amitié qui m'est chère. C'est grâce à toi, mais aussi à Aurélien, Clémence et Jonathan qui m'avez accompagné en toute circonstance que j'ai pu arriver là où j'en suis. Pour tout cela, merci.

Au Docteur Yves PASSADORI

Vous m'avez accordé votre confiance et accepté de m'accueillir au sein du pôle de gériatrie mulhousien. Je vous en suis profondément reconnaissant. Vous trouverez ici l'expression de ma gratitude et de mon profond respect.

Au Docteur Yann GROC

Tu as rendu ce travail possible par ton aide pour la partie statistique. Mais c'est aussi grâce à tes conseils que j'ai pu en arriver à produire ce document. Tes enseignements et ta confiance au quotidien me sont précieux.

Au Docteur Maria MARTINEZ-HOLGUIN

Nous avons fait connaissance lors de mon deuxième semestre au sein du court séjour de gériatrie, et nous sommes aujourd'hui collègues dans ce même service. Je te suis reconnaissant pour ton accompagnement et soutien tout au long de mon internat.

A toute l'équipe du Centre d'Evaluation et de Remise en Forme du Centre

Hospitalier de Mulhouse

Cécile, Christine, Denis, Marie Anne, Joël, Xavier, et Madame le Dr Claire Grosshans, je suis très heureux d'avoir pu découvrir l'univers du PEP'C à vos côtés.

Marie Anne et Joël votre aide a été déterminante pour la réalisation de ce travail, votre professionnalisme et votre implication dans le CERF sont à mes yeux une des clés de la réussite du programme mulhousien. Vous avez toute ma gratitude.

Je remercie le Docteur Claire GROSSHANS pour ses conseils avisés et ses encouragements.

Au personnel du pôle de gériatrie de Mulhouse

À toute l'équipe médicale de la MMPA, c'est un honneur de pouvoir vous rejoindre. Je vous remercie pour votre confiance.

À l'équipe paramédicale du Court Séjour de Gériatrie et de l'Unité Mobile de Gériatrie, je vous remercie de votre aide et de votre accompagnement durant mes stages passés au sein du pôle.

A mes anciens chefs et maîtres de stages d'internat

Marion et Oana, vous m'avez accompagné au cours de mon premier semestre d'internat. Vous avez érigé les bases de ma pratique, et m'avez permis de développer confiance et compétence grâce à votre bienveillance et votre amitié. Je vous en remercie.

À mes anciens chefs et maîtres de stages, je vous remercie pour vos conseils et enseignements.

À mes amis et anciens co-internes

À Anais, qui me soutient depuis les années lycée, 2020 signera l'aboutissement de grandes réussites dans nos vies.

À mes amis de l'externat bordelais et des Petits Pellegrins, et à tous ces bons moments passés ensemble.

À Chloé, Fulga, Mickael, Pierre, Stanislas et Victoria, rencontrés en Alsace au cours de l'internat et devenus de bons mes amis.

À Simon, Baptiste et Rémi, notre rencontre est le fruit de nombreuses coïncidences, mais vous avez pris une place importante dans ma vie. Vous avez été là pour les bons et les mauvais moments, et je vous en suis grandement reconnaissant.

À Emmanuel et François, mes amis d'enfance. De nombreux kilomètres nous séparent désormais, mais mon amitié et affection à votre égard restent intactes.

À ma famille

Pour tout vos encouragements et votre soutien sans faille, merci.

Table des matières

Remerciements.....	16
Table des matières.....	20
Table des illustrations	23
Introduction.....	25
1. ASPECTS DEMOGRAPHIQUES.....	27
1.1 GENERALITES.....	27
1.2 L'EVOLUTION DU TAUX DE MORTALITE ET L'ALLONGEMENT DE L'ESPERANCE DE VIE A LA NAISSANCE ET A 60 ANS.....	29
1.3 LA BAISSA DU TAUX DE FECONDITE.....	32
1.4 LE SOLDE MIGRATOIRE.....	33
1.5 PROJECTIONS POUR LES ANNEES A VENIR.....	33
2. PHYSIOPATHOLOGIE DU VIEILLISSEMENT.....	35
2.1 QUELQUES ASPECTS PHYSIOLOGIQUES DU VIEILLISSEMENT.....	35
2.1.1 <i>La sénescence</i>	35
2.1.2 <i>Vieillessement cardiaque</i>	37
2.1.2.1 Modifications cellulaires.....	37
2.1.2.2 Modifications tissulaires.....	39
2.1.2.3 Modifications structurales.....	40
2.1.2.4 Modifications fonctionnelles.....	40
2.1.3 <i>Vieillessement vasculaire artériel</i>	43
2.1.3.1 Modifications cellulaires.....	43
2.1.3.2 Modifications tissulaires.....	44
2.1.3.3 Modifications structurales.....	46
2.1.3.4 Modifications fonctionnelles.....	46
2.1.4 <i>Vieillessement respiratoire</i>	48
2.1.4.1 Modifications cellulaires.....	48
2.1.4.2 Modifications tissulaires et structurales.....	50
2.1.4.3 Modifications fonctionnelles.....	51
2.1.5 <i>Vieillessement musculaire</i>	54
2.1.5.1 Modifications cellulaires.....	54
2.1.5.2 Modifications tissulaires et structurales.....	56
2.1.5.3 Modifications fonctionnelles.....	58
2.1.6 <i>Le syndrome de fragilité</i>	59
2.1.6.1 Différents modèles de vieillissement.....	59
2.1.6.2 Définition du syndrome de fragilité.....	61
3. ACTIVITE PHYSIQUE ET VIEILLISSEMENT.....	65
3.1 L'EVALUATION DES FONCTIONS CARDIOVASCULAIRES ET RESPIRATOIRES.....	65
3.1.1 <i>Seuil de transition aérobie-anaérobie et consommation en oxygène(11,30,31)</i>	65
3.1.1.1 Les mécanismes de production énergétique.....	65
3.1.1.2 La consommation en oxygène – VO ₂	67
3.1.1.3 Le seuil de transition aérobie-anaérobie – SV1.....	68
3.1.2 <i>Pression artérielle</i>	72
3.1.3 <i>Fréquence cardiaque</i>	73
3.1.4 <i>Rate-pressure product</i>	73
3.1.5 <i>Volume expiratoire maximal par seconde</i>	75
3.1.6 <i>Capacité vitale forcée</i>	75

3.2	L'ACTIVITE PHYSIQUE CHEZ LA PERSONNE AGEE	75
3.2.1	<i>Bénéfices de l'activité physique</i>	75
3.2.1.1	Principes de l'activité physique	75
3.2.1.2	Intérêt de l'activité physique.....	78
3.2.2	<i>Le Programme d'Endurance Personnalisé sur ergoCycle</i>	81
3.2.2.1	Historique du programme	81
3.2.2.2	Le Centre d'Evaluation et de Remise en Forme.....	82
3.2.2.2.1	Organisation du service	82
3.2.2.2.2	La Consultation d'aptitude physique du senior - CAPS	84
3.2.2.2.3	L'Epreuve Cardio-Respiratoire d'Effort - ECRE.....	85
3.2.2.2.4	Détails du programme	86
3.2.2.2.5	Les autres programmes d'activité physique du CERF	88
3.2.2.2.6	La consultation finale.....	89
3.2.2.2.7	La consultation annuelle.....	90
3.2.2.2.8	Aspects financiers	90
4.	ETUDE CLINIQUE	91
4.1	MATERIELS ET METHODES	91
4.1.1	<i>Type d'étude</i>	91
4.1.2	<i>Objectifs de l'étude</i>	91
4.1.2.1	Objectif principal	91
4.1.2.2	Objectifs secondaires	91
4.1.3	<i>Population étudiée</i>	92
4.1.3.1	Sélection de l'échantillon	92
4.1.3.2	Critères d'inclusion.....	92
4.1.3.3	Critères de non-inclusion.....	92
4.1.3.4	Description de la population étudiée	93
4.1.4	<i>Critères de jugement principal</i>	95
4.1.5	<i>Critères de jugement secondaires</i>	95
4.1.5.1	Variation de la pression artérielle	95
4.1.5.2	Variation de la fréquence cardiaque	95
4.1.5.3	Variation du Rate-Pressure Product	96
4.1.5.4	Variation de la VO ₂ et de la VO ₂ rapportée au poids	96
4.1.5.5	Variation du VEMS.....	96
4.1.5.5.1	Variation de la CVF.....	97
4.1.5.6	Influence du sexe.....	97
4.1.5.7	Impact des β-bloquants	97
4.1.6	<i>Recueil et analyse des données</i>	97
4.1.6.1	Le dossier médical du CERF	97
4.1.6.2	La consultation d'aptitude physique du senior	98
4.1.6.3	Le compte rendu des épreuves d'effort initiale et finale	99
4.1.6.4	Recueil des données.....	99
4.1.6.5	Analyse statistique des données	99
4.1.6.5.1	Analyse univariée descriptive	100
4.1.6.5.2	Analyse bivariée inférentielle	100
4.1.7	<i>Autorisations</i>	101
4.2	RESULTATS DE L'ETUDE	102
4.2.1	<i>Caractéristiques de l'échantillon</i>	104
4.2.1.1	Données socio-démographiques	104
4.2.1.2	Données médicales.....	106
4.2.2	<i>Analyse bivariée inférentielle</i>	108
4.2.2.1	Critère de jugement principal.....	108
4.2.2.2	Critères de jugement secondaires.....	108
4.2.2.2.1	Variation de la pression artérielle de repos.....	108
4.2.2.2.2	Variation de la fréquence cardiaque.....	109
4.2.2.2.3	Variation du Rate Pressure Product au repos.....	109
4.2.2.2.4	Variation de la consommation en oxygène	110

4.2.2.2.5	Variation de la consommation en oxygène rapportée au poids.....	110
4.2.2.2.6	Variation du VEMS.....	110
4.2.2.2.7	Variation de la capacité vitale forcée.....	110
4.2.2.3	Résultats en fonction du sexe.....	111
4.2.2.4	Résultats selon la prise de β -bloquants.....	112
5.	DISCUSSION	113
5.1	A PROPOS DES RESULTATS DE L'ETUDE	113
5.2	LIMITES DE L'ETUDE.....	115
5.3	PERSPECTIVES	117
	Conclusion.....	118
	Abréviations et acronymes.....	121
	Symboles.....	124
	Références bibliographiques.....	125
	Annexes.....	131
	Annexe n°1 : Lettre d'information adressée aux patients éligibles pour l'étude....	131
	Annexe n°2 : Courrier d'information adressé aux médecins.....	132
	Annexe n°3 : Fiche CAPS.....	133
	Annexe n°4 : Fiche CAPS annuelle.....	134
	Annexe n°5 : Compte rendu d'épreuve d'effort (ECRE)	135
	Annexe n°6 : Fiche de relevé des fréquences cardiaques.....	136
	Annexe n°7 : Fiche de synthèse des charges (W) et de la fréquence cardiaque (bpm)	137
	Annexe n°8 : Courrier de synthèse du PEP'C.....	138

Table des illustrations

FIGURE 1 : Evolution de la population française de 1900 à 1995.....	28
FIGURE 2 : Comparaison des pyramides des âges en France de 1950 et 2018...	29
FIGURE 3 : Evolution de la population de la France de 1990 à 2070.....	34
FIGURE 4 : Modifications histologiques artérielles au cours du vieillissement.....	45
FIGURE 5 : Evolution des Volumes et Capacités pulmonaires avec l'âge.....	53
FIGURE 6 : Modèle 1+2+3 – Evolution des capacités fonctionnelles d'un organe au cours du vieillissement.....	60
FIGURE 7 : Cycle de la fragilité (d'après Fried).....	63
FIGURE 8 : Consommation maximale en oxygène en fonction de l'âge.....	68
FIGURE 9 : Détermination du SV1 par la méthode de Beaver.....	70
FIGURE 10 : Détermination du SV1 par la méthode de Wassermann.....	71
FIGURE 11 : Classification des activités physiques en fonction de leurs intensités et de l'évaluation subjective de leur tolérance.....	77
FIGURE 12 : Diagramme de flux de l'étude.....	103
FIGURE 13 : Répartition des sujets de l'étude selon le sexe.....	104
FIGURE 14 : Répartition des patients de l'étude par classe d'âge.....	105
FIGURE 15 : Répartition des patients de l'étude selon leur profession antérieure..	105
FIGURE 16 : Répartition des patients de l'étude selon l'adresseur.....	106
FIGURE 17 : Répartition des patients de l'étude selon leur IMC.....	107

FIGURE 18 : Répartition des patients de l'étude selon l'antécédent et le type de cancer.....107

TABLEAU 1 : Evolution de l'espérance de vie à la naissance et à 60 ans de 1950 à 2018 en France métropolitaine.....30

TABLEAU 2 : Les capacités et volumes pulmonaires et leur évolution avec l'âge...53

TABLEAU 3 : Critères de la fragilité selon Fried.....62

TABLEAU 4 : Dépenses énergétiques en METs de certaines activités de la vie quotidienne.....80

TABLEAU 5 : Récapitulatif des résultats de l'analyse bivariée inférentielle.....111

Introduction

Le vieillissement de la population est une évolution inéluctable de notre société et constitue un véritable enjeu de santé publique.

Si l'on se reporte aux statistiques de l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE), la part estimée des personnes âgées de plus de 60 ans serait d'environ 30.6% de la population en 2035, 31.9% en 2050, contre 20.8% en 2005. Concernant les personnes âgées de plus de 75 ans, leur proportion doublerait entre 2005 et 2050 (8% contre 15.7%).

Les différents modèles de vieillissements communément admis présentent trois grandes catégories : les personnes dites robustes qui sont caractérisées par un vieillissement réussi, les personnes dites fragiles et les personnes malades ou dépendantes.

Devant l'augmentation du nombre de personnes âgées, l'objectif principal est celui d'un vieillissement réussi pour la plus grande proportion de cette population. Bien que certains états pathologiques ne puissent être prévenus ou évités, la perspective principale du « mieux vieillir » réside dans la prévention et la réversibilité de la fragilité. En considérant la fragilité dans sa dimension physique, à savoir selon les critères de Fried, l'activité physique se présente comme un outil indispensable.

Le bienfait de l'activité physique sur la santé n'est plus à prouver. Mais qu'en est-il de la personne âgée, et plus précisément de la personne très âgée (>70 ans) ?

Comme souvent dans les études cliniques, les données s'intéressant à l'activité physique des patients âgés de plus de 70 ans sont rares. Il existe cependant

quelques études rapportant des résultats prometteurs quant à l'application d'un programme d'entraînement à l'effort dans ces populations. Les effectifs étudiés restent malgré tout limités, dans des conditions de prise en charge peu standardisées.

Un Programme d'Endurance Personnalisé sur ergoCycle (PEP'C) ciblant les personnes âgées a été mis en place aux Hôpitaux Universitaires de Strasbourg (HUS). Ce programme, consistant en 18 séances, à raison de 2 séances par semaine a par la suite été développé au Centre d'Evaluation et de Remise en Forme (CERF) du GHR de Mulhouse.

Plusieurs centaines de patients âgés sont pris en charge au CERF de Mulhouse chaque année depuis maintenant 10 ans. Nous nous sommes donc posé la question de l'impact du PEPC sur les capacités d'endurance des patients de plus de 70 ans.

Nous nous intéresserons dans un premier point à l'aspect démographique du vieillissement, avant d'évoquer les principaux mécanismes du vieillissement. Nous traiterons ensuite les enjeux de l'activité physique chez le sujet âgé, avec une présentation du programme d'endurance personnalisé sur ergocycle. Nous présenterons enfin l'étude clinique que nous avons menée, avec les résultats obtenus.

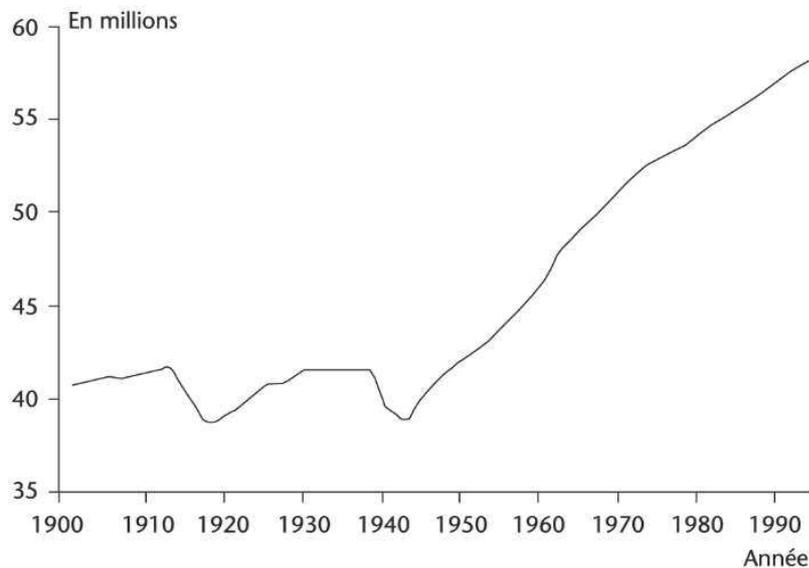
1. Aspects démographiques

1.1 Généralités

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le vieillissement de la population (vieillesse démographique) se définit comme l'accroissement du nombre et du pourcentage des personnes âgées de plus de 60 ans. Ce phénomène est lié à la baisse du taux de fécondité et l'allongement de l'espérance de vie au sein d'une population.

L'évolution de la population est régulée par deux composantes principales, à savoir le solde naturel et le solde migratoire. Le solde naturel est défini par l'INSEE comme la différence entre le nombre de naissance et le nombre de décès enregistrés au cours d'une période.

La population française a connu un accroissement conséquent au cours du XXème siècle. Alors que la France comptait 40 millions d'habitants en 1900, 41,6 millions en 1950, le nombre d'habitants en 2018 est estimé à 66.89 millions. Cependant, cette progression de la population n'a pas été constamment linéaire, avec notamment une chute de la démographie durant les deux guerres mondiales(1) (figure 1).

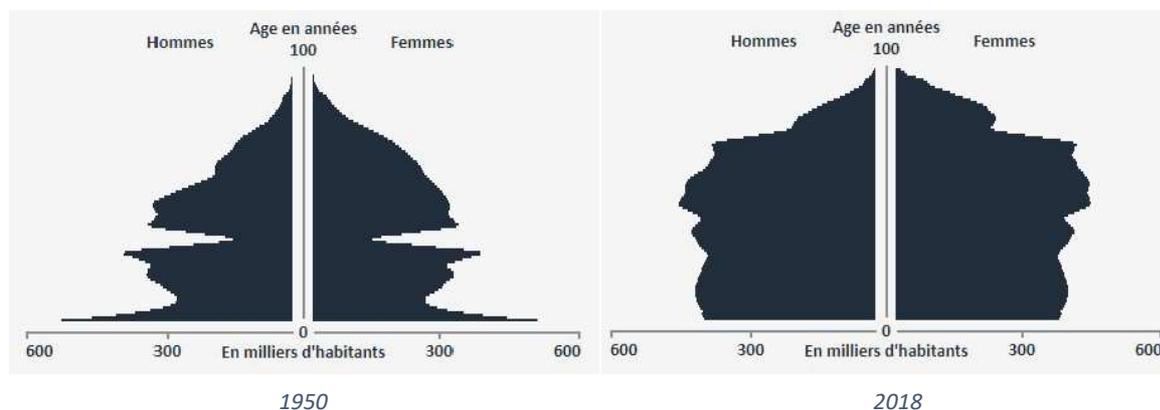
FIGURE 1 : Evolution de la population française de 1900 à 1995

Source : INSEE, statistiques de l'état civil

Par ailleurs l'analyse des pyramides des âges met en évidence une modification notable de la répartition de la population (figure 2). En 1950, la tranche d'âge des 30-40 ans ainsi que celle des enfants aux alentours de 10 ans est déficitaire, conséquence de la seconde guerre mondiale. Par ailleurs, la proportion des enfants de moins de 5 ans représente la plus grande proportion de la population. Il s'agit des premières générations du « *baby boom* ».

Si l'on s'intéresse à la pyramide des âges de 2018, la répartition de la population est grandement différente de celle de 1950, avec des parts de personnes âgées de 50 à 70 ans bien plus conséquentes. Il s'agit de l'arrivée sur ces tranches d'âges des enfants issus du « *baby boom* » (années 1950 à 1970), phénomène appelé « *papy boom* ». A noter une prédominance de la population féminine dans les âges les plus avancés, plus particulièrement chez les centenaires.

Figure 2 : Comparaison des pyramides des âges en France de 1950 et 2018



Source : INED : Institut National d'Etudes Démographiques

1.2 L'évolution du taux de mortalité et l'allongement de l'espérance de vie à la naissance et à 60 ans

L'espérance de vie à la naissance est définie par l'INSEE comme la « *durée de vie moyenne d'une génération fictive qui connaîtrait tout au long de son existence les conditions de mortalité par âge de l'année considérée* ».

L'espérance de vie à la naissance en France a connu une hausse considérable au cours du XX^{ème} siècle, bien que réduite à deux reprises par les conflits internationaux. Ainsi, alors qu'elle atteignait 63.4 ans chez l'homme et 69.2 ans chez la femme en 1950, les valeurs retenues en 2000 sont de 75.3 ans chez l'homme et 82.8 ans chez la femme. Bien qu'elle ait connu une hausse plus modérée, mais maintenue jusqu'en 2010 (78 ans chez l'homme et 84.7 ans chez la femme), elle tend de plus en plus à se stabiliser(2,3). Les estimations de l'INSEE la fixent à 79.5 ans chez l'homme en 2018, et à 85.4 ans chez la femme(4).

La population française a ainsi gagné en plus de 60 ans environ 16 ans d'espérance de vie à la naissance (+16.1 ans chez les hommes et +16.2 ans chez la

femme). En résulte une augmentation de la part des personnes âgées en France (22.3% en 1998 contre 28.9% en 2018), caractérisant le vieillissement de la population. Une des autres manifestations de cette modification de l'espérance de vie est l'augmentation du nombre de centenaires. Alors qu'on en recensait 1100 dans les années soixante, leur nombre atteignait 21000 en 2016(5).

L'espérance de vie à 60 ans, définie comme la durée de vie moyenne à l'âge de 60 ans a également connu une hausse au cours des dernières décennies. Alors qu'elle était estimée à 15.4 ans pour les hommes et 18.4 ans pour les femmes en 1950, puis de 20.5 ans pour les hommes et 25.6 ans pour les femmes en 2000, en 2018 ces chiffres atteignaient 23.2 ans pour les hommes et 27.6 ans pour les femmes (soit une augmentation respective de +7.8 ans et +9.2 ans depuis 1950)(tableau 1)(4).

TABLEAU 1 : Evolution de l'espérance de vie à la naissance et à 60 ans de 1950 à 2018 en France métropolitaine

Année	Espérance de vie des hommes (en années)		Espérance de vie des femmes (en années)	
	à 0 an	à 60 ans	à 0 an	à 60 ans
1950	63,4	15,4	69,2	18,4
1960	67,0	15,7	73,6	19,5
1970	68,4	16,2	75,9	20,8
1980	70,2	17,3	78,4	22,4
1990	72,7	19,0	81,0	24,2
2000	75,3	20,5	82,8	25,6
2010	78,0	22,4	84,7	27,1
2018 (p)	79,5	23,2	85,4	27,6

(p) résultats provisoires en 2018

Source : INSEE Bilan démographique 2018

L'allongement de l'espérance de vie est la conséquence de plusieurs phénomènes successifs(6).

Tout d'abord, la baisse de la mortalité infantile au cours du XX^{ème} siècle a fortement contribué à l'augmentation de l'espérance de vie. Grâce à la vaccination, l'amélioration de l'alimentation, les progrès en matière d'hygiène et de compétences médicales, le taux de mortalité a diminué de façon conséquente entre les années 1900 et les années 2000. Ainsi, alors qu'il atteignait 151.1‰ en 1900, il n'est plus que de 3.5‰ en 2005 en France. Depuis, il est considéré que son influence sur l'élévation de l'espérance de vie n'est plus significative.

Le XX^{ème} siècle a été marqué par les deux conflits internationaux qui ont eu un fort retentissement sur l'espérance de vie. Le taux de mortalité infantile n'ayant plus d'impact depuis la fin de la seconde guerre mondiale, la lutte contre la mortalité adulte représente une part prépondérante de l'allongement de l'espérance de vie. De plus, l'amélioration des compétences médicales, notamment la prise en charge des pathologies les plus fréquentes aux âges élevés, a permis un recul de l'âge des décès. La lutte contre les maladies infectieuses représente un enjeu majeur sur la mortalité aux âges avancés, mais les progrès dans la prise en charge préventive, diagnostique et thérapeutique des principales causes de décès chez les personnes âgées, à savoir les pathologies cardio-vasculaires et les pathologies tumorales sont en grande partie responsables de l'allongement de l'espérance de vie à 60 ans(7).

La diminution de la mortalité avant 40 ans, notamment la mortalité violente des adultes jeunes, évolue également en ce sens.

Ainsi, l'ensemble de ces phénomènes, responsable d'un allongement de l'espérance de vie, contribue à un vieillissement de la population par le haut.

1.3 La baisse du taux de fécondité

L'évolution de la fécondité est évaluée par deux principaux indicateurs, le taux de fécondité et l'indicateur conjoncturel de fécondité.

Le taux de fécondité à un âge donné ou pour une tranche d'âge est défini par l'INSEE comme « *le nombre d'enfants nés vivants des femmes de cet âge au cours de l'année, rapporté à la population moyenne de l'année des femmes de même âge* ». Il correspond ainsi au rapport du nombre de naissances vivantes en une année et du nombre moyen de femmes en âge de procréer (entre 15 et 50 ans). Un autre marqueur de la fécondité est l'Indicateur Conjoncturel de Fécondité (ICF), défini comme « *la somme des taux de fécondité par âge observés sur une année donnée* ».

Depuis le milieu du XX^{ème} siècle, l'ICF a considérablement diminué, avec une moyenne de 2.95 enfants par femme en 1950, contre 1.84 en 2018. Bien qu'ayant connu une nouvelle augmentation de 2000 à 2010 (respectivement 1.87 enfant par femme et 2.01 enfants par femme), la dernière décennie a ainsi connu une nouvelle diminution(4).

Par ailleurs, il est observé une diminution du nombre de femmes dans la tranche d'âge la plus féconde (20-40 ans) ainsi qu'une diminution du nombre de femme en âge de procréer (15-50 ans). En parallèle, les statistiques font état d'une élévation de l'âge moyen à la maternité, avec une moyenne de 30.7 ans en 2018, contre 28.2 ans en 1950. Cette baisse peut s'expliquer par l'augmentation du nombre de femmes ayant une vie professionnelle active.

Bien que la France demeure le pays de l'Union Européenne avec l'ICF le plus élevé en 2016, sa diminution progressive depuis plusieurs années associée à la baisse de fécondité contribue au phénomène de vieillissement, « par le bas », du fait de la diminution de la proportion de sujets jeunes au sein de la population.

1.4 Le solde migratoire

Le solde migratoire est défini comme la différence entre le nombre de personnes entrées sur le territoire et le nombre de personnes qui en sont sorties au cours d'une année. Cet indicateur va influencer sur le vieillissement, au sens où l'arrivée de migrants concerne essentiellement des individus rentrant dans les classes actives. Ainsi, cette part de population, en faisant augmenter la proportion de personnes actives (20-59 ans), va entraîner une diminution de la proportion de personnes âgées inactives.

Par ailleurs, l'arrivée à l'âge de la retraite des personnes immigrées contribuera au vieillissement de la population.

En 2018, le solde migratoire, stable depuis 2016, est estimé à + 58 000 personnes. Selon les projections de l'INSEE, pour l'année 2070, ce solde migratoire est estimé à + 70 000 personnes (4).

1.5 Projections pour les années à venir

Les projections de l'INSEE prévoient trois hypothèses principales d'évolution (hypothèse centrale, variante basse et haute) de la population(3), reposant sur les trois composantes majeures que sont la fécondité, l'espérance de vie et les flux migratoires.

Selon l'hypothèse centrale, l'INSEE prévoit un accroissement de la population, avec une estimation de 76.5 millions d'habitants au 1^{er} janvier 2070, dont environ 26.4 millions de personnes âgées de 60 ans et plus (soit 34.5% de la population). Par ailleurs, la population âgée de 75 ans ou plus est estimée en 2070 deux fois plus nombreuse qu'en 2013. Ces projections rapportent également une augmentation de l'espérance de vie à la naissance : 90.1 ans en 2070 contre 78.7 ans en 2013 pour les hommes et 93 ans en 2070 contre 85.0 ans en 2013 pour les femmes (figure 3).

Par ailleurs, selon le scénario central, le nombre de centenaires en 2070 est estimé à 270 000, soit 13 fois plus qu'en 2016 (21 000)(5).

Enfin, les données de 2015 faisaient état de 2.5 millions de personnes en perte d'autonomie, soit 15.3% des personnes de 60 ans ou plus. Plus particulièrement, 30.2% des personnes de 75 ans ou plus étaient touchées. Les projections pour 2050 prévoient une proportion de 16.4% des personnes âgées de 60 ans ou plus, soit 4 millions d'individus(8).

FIGURE 3 : Evolution de la population de la France de 1990 à 2070

Année	Population au 1 ^{er} janvier (en milliers)	Proportion (en %) des					Solde naturel (en milliers)	Solde migratoire (en milliers)
		0-19 ans	20-59 ans	60-64 ans	65-74 ans	75 ans ou +		
1990	57 996	27,9	53,2	5,1	7,1	6,7	258,7	77
2000	60 508	25,8	53,9	4,5	8,7	7,1	266,8	72
2010	64 613	24,8	52,6	6,0	7,8	8,8	281,6	39
2013	65 779	24,6	51,6	6,3	8,5	9,0	245,4	70
2020	67 819	24,4	49,4	6,1	10,8	9,3	195,1	70
2025	69 093	23,7	48,3	6,2	11,0	10,8	172,1	70
2030	70 281	23,0	47,4	6,2	11,2	12,2	162,2	70
2035	71 418	22,4	46,5	6,2	11,4	13,5	147,2	70
2040	72 451	22,3	46,1	5,6	11,5	14,6	117,6	70
2050	74 025	22,3	44,9	5,7	10,8	16,4	59,9	70
2060	75 210	21,7	44,9	5,5	10,7	17,2	42,8	70
2070	76 448	21,3	44,2	5,8	10,8	17,9	68,2*	70

Source : INSEE, projection de la population 2013-2070

2. Physiopathologie du vieillissement

2.1 Quelques aspects physiologiques du vieillissement

2.1.1 La sénescence

La sénescence est un mécanisme complexe et multifactoriel, résultant de plusieurs facteurs génétiques, constitutionnels et environnementaux. Il se caractérise par des altérations fonctionnelles et structurelles aux niveaux moléculaire et cellulaire, avec une répercussion au niveau phénotypique. Les paramètres en causes dans la sénescence sont d'ordre extrinsèque (toxiques divers, alimentation, sédentarité, etc.) ou intrinsèque.

Les facteurs intrinsèques englobent :

-la prédisposition génétique

L'observation et l'étude des jumeaux et des centenaires ont permis de mettre en évidence l'importance des facteurs génétiques dans le phénomène du vieillissement. L'étude de certaines pathologies, notamment la progéria (ou Syndrome de Hutchinson-Gilford) vient renforcer ces hypothèses. Dans cette pathologie, il a été découvert une altération d'un gène situé sur le chromosome 1 codant notamment pour la protéine Lamine. La reproduction de l'altération de cette protéine chez les souris a permis d'observer un vieillissement accéléré.

L'implication des télomères et des enzymes télomérases joue également un rôle prépondérant. Les télomères sont des zones supposées non codantes, situées à l'extrémité des chromosomes. Lors de la réplication, ces derniers nucléotides sont

clivés, ce qui entraînerait, une perte de matériel génétique et donc d'information codante. Les enzymes télomérases sont impliquées dans la réparation des télomères. Leur activité et expression diminuant avec l'âge, la préservation des télomères est ainsi altérée.

La fréquence des altérations (mutation, délétion) et les anomalies de réparation de l'Acide DésoxyriboNucléique (ADN) augmentent avec l'âge, entraînant une dégradation du matériel génique et une corruption de l'information génétique. A ces mécanismes viennent s'ajouter la détérioration de l'ADN liée à des facteurs extrinsèques (exposition aux radiations par exemple).

- L'action des dérivés réactifs de l'oxygène et des radicaux libres

Les dérivés réactifs de l'oxygènes (ou ROS – *Reactive Oxygen Species*), incluant les radicaux libres, sont des molécules ou atomes instables qui sont issus du métabolisme de l'oxygène. Du fait de cette instabilité, ces éléments vont entraîner une altération de l'ADN et de la membrane cellulaire. L'organisme bénéficie de mécanismes de défense contre ces radicaux libres (vitamines anti-oxydantes A,C et E, catalases, superoxydes dismutases).

Lors du vieillissement, il est constaté une diminution de l'efficacité de ces systèmes de protection, conduisant à une augmentation des radicaux libres. Dans les modèles animaux, la surexpression des gènes de la superoxyde dismutase et des catalases chez des drosophiles a provoqué une augmentation de leur longévité.

- L'altération des systèmes de protection

Lors d'exposition à des situations de stress, des molécules *Heat Shock Proteins* (HSF) sont produites. Leur action induit une meilleure résistance de

l'organisme grâce à des activités de stabilisation, de réparation et de catabolisme des protéines altérées. L'expression des HSF diminue avec l'âge.

- La glycation des protéines

Certaines voies métaboliques produisent, lors de leurs réactions finales, des protéines qui vont être liées à un sucre. Ces produits finaux sont appelés produits de glycation ou *Advanced Glycation End-products* (AGE). Ces AGE vont s'accumuler progressivement au niveau des différents systèmes, entraînant des modifications cellulaires et tissulaires (notamment une augmentation de la rigidité artérielle et myocardique).

Nous nous intéresserons ici plus particulièrement aux mécanismes et implications des phénomènes du vieillissement aux niveaux cardiaque, vasculaire, respiratoire et musculaire.

2.1.2 Vieillesse cardiaque

2.1.2.1 Modifications cellulaires

L'avancée en âge entraîne au niveau des cellules cardiaques une altération progressive des mitochondries. Elles sont le siège de détérioration de leur fonction et d'une expansion clonale paradoxale des populations dysfonctionnelles, induisant entre autres une augmentation de la production des radicaux libres. Il en découle un stress oxydatif responsable de la dénaturation de l'ADN et des membranes cellulaires.

Les ions Calcium (Ca^{2+}) occupent une place centrale dans le fonctionnement du muscle cardiaque. Au cours de la dépolarisation myocardique, un relargage de Ca^{2+} (stocké au sein du réticulum sarcoplasmique des myocytes) au niveau du cytoplasme permet la contraction du myocyte par liaison à la Troponine C des myofilaments. Il s'agit du couplage excitation-contraction.

Au décours, le phénomène de relaxation est initié par la recapture du Ca^{2+} au niveau du réticulum sarcoplasmique. Ce phénomène est rendu possible par la mise en jeu d'une pompe ATPase, la SERCA (*Sarcoplasmic reticulum Ca^{2+} ATPase*). Lors du vieillissement, la SERCA connaît une activité et une expression décroissantes, avec pour conséquence une augmentation de la phase de relaxation et donc un allongement de la diastole(9–11).

Au niveau neurohormonal, l'avancée en âge est marquée par une élévation des concentrations sanguines de catécholamines, mais également par une surstimulation du système rénine-angiotensine-aldostérone, responsable d'une augmentation de production d'Angiotensine II. Celle-ci jouerait un rôle dans le développement de l'hypertrophie cardiaque, de la fibrose et de l'altération de la fonction diastolique. Elle serait également responsable d'une élévation des concentrations de ROS.

Les récepteurs β -adrénergiques induisent, lors de leur stimulation, une augmentation de la contractilité (effet inotrope +), de la fréquence cardiaque (chronotrope +), de la conduction (dromotrope +) et de l'excitation ventriculaire. La stimulation des récepteurs nécessite entre autres la fixation de catécholamines. Avec l'élévation des catécholamines sanguine, la densité de ces récepteurs membranaires serait moindre (par atténuation du signal), entraînant une désensibilisation et une réponse aux stimuli réduite(9–11).

2.1.2.2 Modifications tissulaires

Les phénomènes précédemment décrits sont responsables de modifications aux niveaux cellulaire et histologique.

Les cellules de l'endocarde s'épaississent.

Dès l'enfance, le nombre de cardiomyocytes diminue progressivement, de par des phénomènes de nécrose ou d'apoptose. Ceci entraîne une hypertrophie compensatrice des myocytes restants.

Le remodelage de la matrice extra-cellulaire induit une modification et une densification des fibres de collagène ainsi qu'une accumulation de dépôts de lipofuscine et de substance amyloïde. A noter que de l'augmentation de la fibrose auriculaire découle un risque plus important d'arythmie cardiaque, notamment de fibrillation auriculaire.

Les tissus de conduction cardiaque (nœud sinusal, sino-atrial, faisceau de Hiss, réseau de Purkinje) sont également le siège de fibrose et de remaniements, à l'origine d'un ralentissement de la conduction électrique. Le nombre de cellules « pacemaker » du nœud sinusal diminue(9–11).

2.1.2.3 Modifications structurales

Au niveau de l'oreillette gauche, l'augmentation de la contraction au cours de la diastole entraîne une hypertrophie atriale. Le défaut de remplissage ventriculaire gauche provoque également une dilatation de l'oreillette.

Les valves cardiaques vont subir une involution fibreuse et une calcification entraînant des dysfonctions valvulaires (insuffisance et/ou rétrécissement).

Au niveau septal et ventriculaire, principalement gauche, l'augmentation de la taille des cardiomyocytes provoque une hypertrophie ventriculaire à prédominance septale. De part ce phénomène d'hypertrophie des parois ventriculaires, la taille du ventricule gauche (mais surtout son volume) diminue(9,11).

2.1.2.4 Modifications fonctionnelles

Ces modifications sont à la fois conséquences et causes des remaniements structurels. Nous axerons notre propos sur le retentissement au niveau fonctionnel du cœur gauche.

- Ventricule

La fonction systolique du ventricule gauche (exprimée par la Fraction d'Ejection du Ventricule Gauche - FEVG) est, à l'état physiologique, préservée lors du vieillissement. Cependant, il survient malgré tout une altération de la systole, liée à d'autres mécanismes et d'autres composantes. L'augmentation de la post-charge (inhérente entre autres à l'hypertension artérielle) provoque une hypertrophie ventriculaire gauche(11).

- L'oreillette

L'augmentation de la fibrose au niveau ventriculaire entraîne une diminution de la compliance passive, d'où une résistance accrue au remplissage. Il en résulte une diminution du remplissage passif du ventricule gauche lors de la diastole. De ce fait, l'oreillette gauche se dilate et son volume augmente. Le remplissage du ventricule gauche s'effectue en majorité lors de la télédiastole du fait d'une augmentation compensatrice de la contraction de l'oreillette gauche, provoquant une hypertrophie de celle-ci(9,11).

- L'évolution des différents volumes :

Le Volume d'Ejection Systolique (VES) correspond au volume de sang éjecté par le cœur à chaque battement. Il est exprimé comme la différence entre le Volume TéléDiastolique (VTD) et le Volume TéléSystolique (VTS).

Le VTD correspond au volume de sang contenu dans le ventricule gauche à la fin de la diastole, soit juste avant son éjection lors de la systole.

La loi de Frank-Starling (F-S) (ou relation force-longueur) illustre la relation entre l'étirement des cellules musculaires et leur performance contractile. Au niveau du cœur, cette loi exprime la relation entre VTD et performance systolique du myocarde : la force contractile du VG dépendant de la tension des fibres myocardiques, elle est donc directement corrélée au VTD.

Le VTS correspond au volume de sang résiduel au niveau du ventricule gauche juste après l'éjection du sang (fin de systole) et avant le remplissage (diastole).

A l'effort chez le sujet jeune, le VES est augmenté (avec VTS diminué et VTD inchangé), ainsi que la vitesse de remplissage diastolique. Ces modifications s'accompagnent d'une tachycardie.

A l'effort chez le sujet âgé, le VES est globalement préservé grâce à une augmentation du VTD ; toutefois la capacité d'effort est diminuée en raison d'une vitesse de remplissage altérée (avec contribution atriale prédominante), d'une réserve chronotrope diminuée, d'une baisse de la VO_{2max} avec l'âge et d'une réponse β -adrénergique altérée (cf. infra)(11,12).

- Le débit cardiaque

Le débit cardiaque (Q_c) est exprimé comme le produit du VES par la fréquence cardiaque (FC) :

$$Q_c = VES \times FC$$

Au cours du vieillissement, le débit cardiaque est conservé au repos du fait de la stabilité de ses composantes.

A l'effort cependant, le Q_c varie selon l'évolution de la FC et du VES. Le VES diminuant pour des efforts plus importants, le maintien d'un Q_c adapté passe par l'élévation de la fréquence cardiaque. Or, au cours du vieillissement, l'augmentation de la FC à l'effort est également réduite. Ainsi, pour des efforts importants, le débit cardiaque diminue.

- Retentissement sur la fonction électrique

Le remaniement fibreux du nœud sinusal favorise la survenue d'une dysfonction sinusale, de troubles rythmiques ou conductifs. Par ailleurs la restructuration cellulaire et tissulaire du réseau électrique, caractérisée par une

diminution de la conduction électrique, se manifeste par une augmentation de la durée de l'onde P, de l'espace PR et du QT. Le voltage des QRS et de l'onde T se trouve diminué.

De plus, la fréquence de survenue des troubles du rythme et d'extra-systoles ventriculaires et auriculaire augmente.

2.1.3 Vieillesse vasculaire artérielle

2.1.3.1 Modifications cellulaires

L'altération des artères au niveau cellulaire est la conséquence des multiples mécanismes impliqués dans le phénomène de vieillissement. Les différentes sources de stress oxydatifs, les facteurs génétiques, l'accumulation des AGE, la dysrégulation de l'équilibre anabolisme/catabolisme cellulaire sont autant de causes qui vont entraîner divers remaniements au niveau des tissus vasculaires.

Tout comme pour les cellules cardiaques, l'expression, la sensibilité et la réponse des β -récepteurs adrénergiques aux stimulations des catécholamines sont diminuées(11,13,14).

Les cellules de l'endothélium subissent des stress répétés, responsables d'une augmentation de leur renouvellement, favorisant la constitution d'un tissu de moindre qualité. En découle une augmentation de la perméabilité endothéliale.

Par ailleurs, la sécrétion des facteurs angiogéniques VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor) est amoindrie. Les mécanismes contractiles liés au Monoxyde d'Azote (NO) sont impactés par une diminution de sa synthèse et par une réponse amoindrie des cellules endothéliales à la stimulation par le NO, responsables d'une perte de la capacité de vasodilatation(11,13,14).

Enfin, la sensibilité des barorécepteurs diminue avec l'âge, impactant la régulation tensionnelle(11).

2.1.3.2 **Modifications tissulaires**

L'intima des vaisseaux regroupe l'endothélium et la Limitante Elastique Interne (LEI). Bien que la LEI subisse une diminution de son épaisseur, l'intima est le siège d'une hyperplasie, conséquence de l'accumulation de collagène, de cellules musculaires lisses et de cellules de l'immunité. Par ailleurs, elle est la localisation préférentielle de dépôts de cholestérol, responsable de la formation de plaques d'athérome(13).

La media est composée des cellules musculaires lisses et de la Matrice Extra-Cellulaire (MEC). Elle est le siège de modifications tissulaires, en partie responsables à terme de l'artériosclérose. Les cellules musculaires lisses au cours du vieillissement conservent une fonction de contractilité et de relaxation globalement stable. En revanche, leur réponse contractile aux catécholamines est altérée, du fait des anomalies liées aux récepteurs β -adrénergiques et au couplage excitation-contraction(10,11,13).

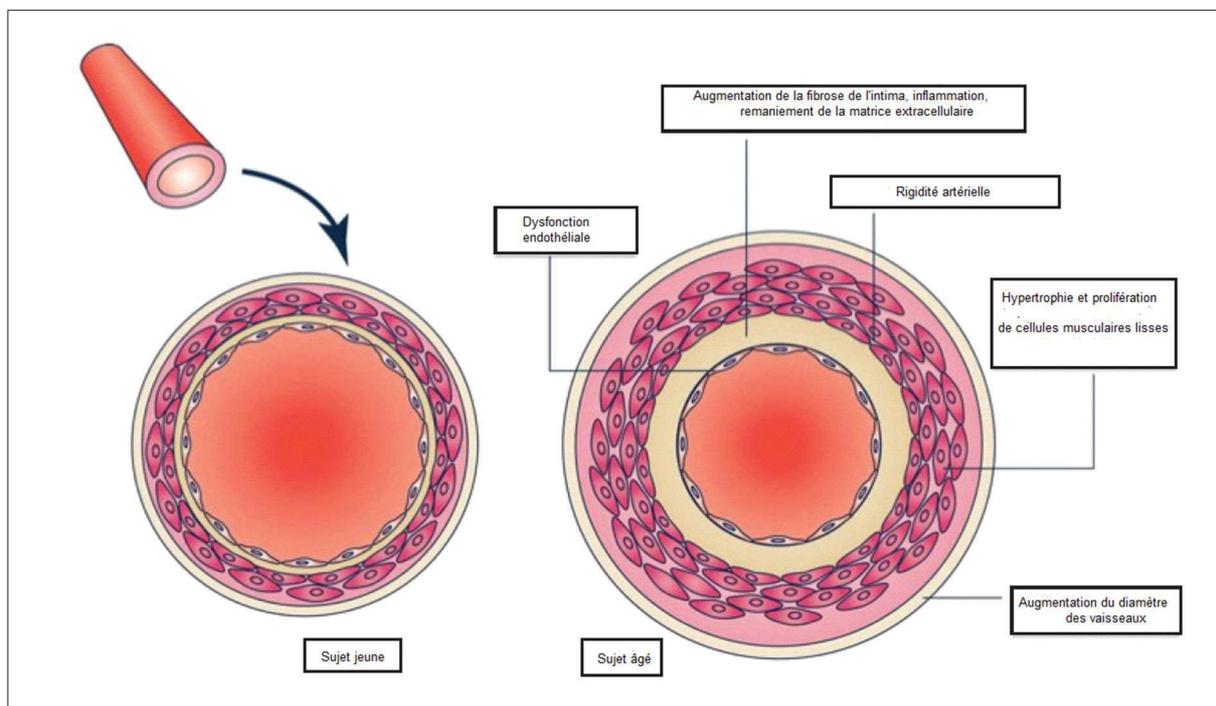
Au niveau de la MEC, constituée essentiellement des fibres d'élastine et des fibres de collagène, les remaniements sont plus importants et sont responsables d'une modification structurale.

Les fibres d'élastine se réorganisent, conséquence des agressions plurifactorielles inhérentes au vieillissement. S'y ajoutent des phénomènes dit d'« *effet de fatigue* »(11), liés aux contraintes répétées que subissent les tissus au

cours du passage des ondes contractiles. L'élastine se fragmente, formant un réseau désorganisé entraînant une modification structurelle de la media, ainsi qu'une altération fonctionnelle locale. Il en résulte une augmentation de la fixation du calcium et du cholestérol (au niveau de l'intima), responsable de la calcification de la media.

Les fibres de collagène des tissus artériels sont moins impactées par le vieillissement, mais sont le lieu de glycations non enzymatiques et de glycosylations protéiques. Les modifications de la structure des protéines induisent la formation d'AGE et de ponts de collagènes (ou crosslinks), les rendant plus rigides, contribuant ainsi à la rigidification de la MEC.

FIGURE 4 : Modifications histologiques artérielles au cours du vieillissement



Adapté d'après Mikael L de R et al in *Vascular Aging and Arterial Stiffness*, *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 2017. (14)

2.1.3.3 **Modifications structurales**

L'ensemble du remaniement tissulaire entraîne une dilatation des vaisseaux, avec un élargissement du diamètre global artériel, lié à une augmentation de la lumière et de l'épaisseur artérielle. Par ailleurs, les gros troncs vasculaires s'allongent au cours de l'avancée en âge.

A l'inverse, la lumière des artéoles se réduit.

Il est important de préciser que ces modifications tissulaires vont concerner en grande majorité les artères compliantes, c'est-à-dire les artères élastiques comme l'aorte ou les carotides. Ces troncs artériels ont un rôle d'amortissement du débit cardiaque pulsatile. En ce qui concerne les artères périphériques dites de conduction (artères radiales, fémorales), ces manifestations sont moins flagrantes.

Tous ces phénomènes concourent à la rigidification artérielle.

2.1.3.4 **Modifications fonctionnelles**

Le retentissement hémodynamique principal du remaniement artériel est l'élévation de la pression artérielle systolique. Cette hypertension serait la résultante de plusieurs phénomènes.

L'une des caractéristiques des artères élastiques (aorte, carotides) est leur capacité d'amortissement du débit pulsé issu du ventricule gauche. Ce phénomène physiologique est appelé effet Windkessel :

- Au cours de la systole le volume sanguin propulsé au niveau de l'aorte va entraîner une dilatation de l'artère, rendue possible par la compliance inhérente aux fibres d'élastine.

- Au cours de la diastole, le volume emmagasiné au niveau de l'aorte par sa dilatation va être relargué, ce qui permet l'obtention d'un débit sanguin continu et non pulsé. Cet effet est ainsi directement lié à la pression artérielle diastolique.

Chez le sujet âgé, la rigidification et la perte de compliance des vaisseaux élastiques induisent une diminution de l'effet Windkessel. Il en résulte la perte de l'amortissement du débit cardiaque, responsable d'une élévation de la pression artérielle systolique (PAs), mais également d'une chute de la pression artérielle diastolique (PAd). En conséquence, la pression artérielle pulsée (PP – exprimée par la différence de la PAs et de la PAd) est augmentée, ce qui constitue par ailleurs une majoration du risque cardiovasculaire(15).

Lors de la systole ventriculaire gauche, une onde appelée onde de pouls (OP) se propage à travers la paroi artérielle, jusqu'à s'épuiser du fait des résistances vasculaires périphériques. Cependant, cette onde de pouls a pour particularité de se refléter en partie lorsqu'elle atteint la bifurcation aortique, pour repartir en direction du cœur. Du fait des propriétés élastiques des artères, ce phénomène contribue à l'amortissement de l'onde cardiaque. La vitesse de l'onde de pouls (VOP) est par ailleurs un facteur prédictif de mortalité cardiovasculaire(16).

Chez le sujet jeune, la réflexion de l'OP atteint le cœur en diastole, permettant une élévation de la pression artérielle diastolique et de la perfusion coronaire. Du fait de la modification histologique et de la rigidification de l'aorte survenant au cours du vieillissement, la (VOP) est augmentée, la bifurcation est ainsi atteinte plus

rapidement. Le retour de l'OP réfléchi au niveau du ventricule gauche se fera ainsi plus précocement, au cours de la systole. Il en découle une élévation de la pression systolique, mais également une augmentation du travail cardiaque par augmentation de la postcharge.

Par ailleurs, la perfusion coronarienne sera amoindrie, accompagnée d'une perte de la contribution de l'OP à la pression diastolique.

Ces phénomènes, auxquels s'ajoute l'altération des barorécepteurs, induisent une variabilité tensionnelle plus importante, à l'origine notamment de l'hypotension orthostatique.

2.1.4 Vieillesse respiratoire

2.1.4.1 Modifications cellulaires

Les modifications physiologiques survenant au niveau pulmonaire lors de l'avancée en âge sont mal connues, principalement en raison de la participation de facteurs extérieurs source d'agression tissulaire permanente (cf. infra).

Il existe deux principaux types de cellules pulmonaires(17), les pneumocytes de type 1 et 2 :

- Les pneumocytes de type 1 sont des cellules plates qui, bien qu'inférieures en nombre, recouvrent environ 95% de la surface pulmonaire. Elles sont le lieu principal des échanges gazeux, du fait de leur contact rapproché avec les capillaires. Elles ont également une action d'absorption hydroélectrolytique. Malgré leur rôle prépondérant tant au niveau fonctionnel que métabolique, ces cellules sont totalement différenciées et de ce fait ne peuvent pas se dupliquer. Ainsi, en raison des

agressions persistantes au cours de la vie (allergènes, polluants, toxiques, etc.), ces pneumocytes sont le lieu d'une apoptose plus importante lors de l'avancée en âge. Le vieillissement va ainsi être marqué par la diminution du nombre de pneumocytes de type 1, avec une altération des capacités d'échanges gazeux et de la régulation hydroélectrolytique.

- Les pneumocytes de type 2 sont des cellules plus imposantes, de forme cubique, situées entre les cellules de type 1. Elles ont une fonction de sécrétion de surfactant. Contrairement aux cellules de type 1, les pneumocytes de type 2 ont des capacités de division et de différenciation cellulaire. Elles vont en effet être capables de se diviser et se différencier en pneumocytes de type 1 pour palier à la destruction cellulaire. Il existe donc une réserve cellulaire permettant une régénération des surfaces d'échanges. Cependant, l'avancée en âge va provoquer, par les différents mécanismes précédemment cités, une perturbation de la balance prolifération/apoptose, entravant le renouvellement cellulaire. Ce phénomène survient en dehors de toute agression mais est accentuée par les stress répétés, favorisant ainsi la constitution d'un état inflammatoire chronique qui va privilégier l'apoptose et la prolifération de fibroblastes.

Les fibroblastes, impliqués dans la sécrétion de la matrice extra-cellulaire, vont être responsable d'une augmentation progressive de la fibrose pulmonaire. Ils entraînent également une modification de la sécrétion et de la qualité des fibres de collagène, avec pour conséquence une perte d'élasticité et donc une augmentation de la rigidité du tissu pulmonaire(17).

Enfin, les agressions répétées au niveau respiratoire vont entraîner une prolifération plus importante de leucocytes, conduisant à une élévation de la

concentration de cytokines pro-inflammatoires(18). Celles-ci vont contribuer à entretenir le milieu inflammatoire chronique précédemment décrit. Paradoxalement, l'inflammation chronique est responsable d'une perte de sensibilité des leucocytes et d'une diminution de leur réponse aux agressions, induisant une élévation du risque infectieux(17,18).

La densité des capillaires pulmonaires est également diminuée.

2.1.4.2 **Modifications tissulaires et structurales**

L'ensemble des phénomènes que nous venons de détailler se répercute au niveau tissulaire. La destruction des pneumocytes se manifeste par un remaniement du tissu alvéolaire, une diminution de la surface et de la qualité des échanges gazeux(11,17,19).

Bien que le nombre d'alvéoles reste constant tout au long de l'existence, leur taille va alors augmenter de manière réactionnelle. Il en résulte une augmentation de l'espace gazeux au dépend de la surface cellulaire. La modification de la matrice extra-cellulaire est quant à elle responsable d'une perte d'élasticité, conduisant à une diminution de la compliance pulmonaire.

Les modifications morphologiques corporelles ont un impact non négligeable sur la fonction pulmonaire. L'évolution de la posture avec l'avancée en âge est une conséquence directe de la restructuration rachidienne. Les différents traumatismes au niveau du rachis, l'enraidissement articulaire et les dégénérescences au niveau discal et vertébral entraînent une altération de l'angulation de la colonne vertébrale. Des phénomènes de cyphose globale, voire d'hypercyphose sont fréquemment

observées au cours du vieillissement. Les conséquences de telles altérations conduisent à la réduction du volume de la cavité thoracique(11,19).

La modification de structure et de composition des muscles intercostaux sont responsables d'un raccourcissement de leur taille, mais également d'une perte d'efficacité contractile et donc d'une perte de force(11,18,19). Il en résulte une réduction des espaces intercostaux, contribuant également à la réduction du volume de la cavité thoracique. Les autres muscles respiratoires vont également être sujets à la perte de force et d'efficacité contractile.

Des phénomènes de calcification des articulations costo-sternales viennent aggraver l'enraidissement de la cage thoracique.

L'ensemble de ces phénomènes va tendre vers une réduction des capacités volumétriques, une perte majeure de compliance ainsi qu'une franche diminution des capacités respiratoires fonctionnelles.

2.1.4.3 **Modifications fonctionnelles**

- Modifications des volumes respiratoires :

On caractérise de mobilisables ou non mobilisables les différents volumes et capacités (association de plusieurs volumes) respiratoires, qui sont présentés dans le tableau 2.

Les modifications des volumes respiratoires au cours du vieillissement sont essentiellement liées à la diminution de compliance, du volume de la cage thoracique et de la perte d'efficacité des muscles respiratoires. Il en résulte une diminution des volumes et capacités respiratoires mobilisables, et une augmentation des non-

mobilisables. Globalement, la Capacité Pulmonaire Totale (CPT) reste stable (tableau 2, figure 5).

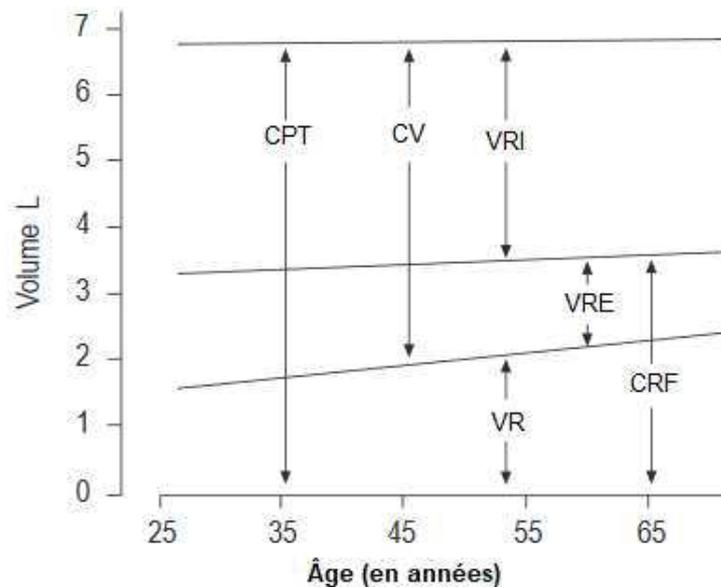
La perte d'élasticité due au remaniement de la matrice extra-cellulaire, responsable d'une diminution du volume des bronches, vont conduire à la diminution du Volume Expiratoire Maximal par Seconde (VEMS), ainsi que contribuer à l'augmentation du volume résiduel (VR).

TABEAU 2 : Les capacités et volumes pulmonaires et leur évolution avec l'âge

↓ Capacité inspiratoire (CI)	↓ Volume de réserve inspiratoire (VRI)	↓ Capacité vitale (CV)	↔ Capacité pulmonaire totale (CPT)
	↓ Volume courant (VT)		
↑ Capacité résiduelle fonctionnelle (CRF)	↓ Volume de réserve expiratoire (VRE)	↑ Volume résiduel (VR)	

$$CI = VRI + VT ; CRF = VRE + VR ; CV = VRI + VT + VRE ; CPT = CV + VR$$

FIGURE 5 : Evolution des Volumes et Capacités pulmonaires avec l'âge



CPT : Capacité pulmonaire totale ; CV : Capacité Vitale ; VRI : Volume de Réserve Inspiratoire ; VRE : Volume de Réserve Expiratoire ; VR : Volume Résiduel ; CRF : Capacité Résiduelle Fonctionnelle

Source : Adapté de Janssens JP et al in *Physiological changes in respiratory function associated with ageing*, *European Respiratory Journal*, 1999 (19)

- Modification des échanges et du transport gazeux

Du fait des altérations anatomiques et histologiques au niveau pulmonaire, il existe un retentissement sur les échanges gazeux alvéolo-capillaires, tant sur le plan de la ventilation que de la perfusion. Les résultats au test de transfert du monoxyde de carbone (TICO), qui évalue la capacité d'échange gazeux lors des explorations fonctionnelles respiratoires, régressent avec l'âge. Il apparaît par ailleurs que la PaO₂ diminue progressivement avec l'âge, entraînant une hypoxémie. En ce qui concerne la PaCO₂, celle-ci semble rester stable(11).

2.1.5 Vieillesse musculaire

2.1.5.1 Modifications cellulaires

Le renouvellement des cellules musculaires est assuré par des cellules satellites situées entre les fibres musculaires. La pérennisation des fibres est assurée par un cycle de synthèse et de catabolisme protéique. Au cours du vieillissement, cet équilibre métabolique est perturbé, avec une diminution et/ou une altération de l'anabolisme, ainsi qu'une augmentation et/ou une potentialisation du catabolisme.

Plusieurs facteurs sont impliqués dans ces mécanismes :

- Le phénomène d'insulino-résistance(20,21) : l'insuline est une hormone anabolisante, qui va favoriser la synthèse protéique au niveau du muscle, et en inhiber son catabolisme, mais également faciliter la lipolyse et l'utilisation des acides gras libres pour le métabolisme oxydatif. Le vieillissement s'accompagne inéluctablement d'une insulino-résistance, qui va avoir un impact à plusieurs niveaux : perte de stimulation de la synthèse protéique, perte de l'inhibition du

catabolisme et facilitation de l'accumulation graisseuse, notamment au niveau du tissu musculaire.

- Les hormones sexuelles(20,22,23) : la diminution de production de testostérone chez l'homme a un impact sur la formation et le renouvellement des cellules musculaires en entraînant une perte de force et de masse musculaire. Les œstrogènes auraient selon certains auteurs, un rôle dans la stimulation de la réparation musculaire et dans l'activation des cellules satellites. Après la ménopause, la diminution de production en œstrogènes participerait ainsi à la perte d'équilibre du renouvellement musculaire.

L'hormone de croissance Growth Hormon (GH) et l'Insulin-like Growth Factor 1 (IGF1) possèdent également des propriétés anabolisantes. L'IGF-1 participe à la synthèse protéique par action sur la cascade de production et possède un rôle de régulation de la GH. Le taux de ces hormones et leur sécrétion diminue lors de l'avancée en âge, diminuant ainsi leur efficacité sur la régulation musculaire.

- Le rôle de l'inflammation(20,22) : des cytokines pro-inflammatoires, principalement l'IL-6, vont être produites du fait de l'infiltration de cellules inflammatoires, mais aussi par l'accumulation d'adipocytes, de radicaux libres et des phénomènes d'apoptose. Leur action va favoriser le catabolisme protéique. Par ailleurs, l'IL-6 induirait une diminution de la sécrétion d'IGF-1.

- Le métabolisme du calcium(20) : tout comme pour les cellules cardiaques, le vieillissement va induire une dérégulation du fonctionnement du SERCA au niveau du réticulum sarcoplasmique. Ces altérations vont entraîner une augmentation de durée de la phase de relaxation et une perturbation de la coordination motrice, avec en conséquence une perte d'efficacité de l'activité

musculaire. Par ailleurs, des concentrations élevées de Ca_2^+ au niveau de la cellule musculaire entraîneraient des conséquences néfastes, par stimulation de l'apoptose.

- L'impact nutritionnel(20,22,23) : la nutrition occupe un rôle prépondérant dans la régulation de la masse musculaire, les carences d'apports protéiques et vitaminiques accentuant la fonte musculaire.

- Enfin, les phénomènes constatés au cours du vieillissement et décrits précédemment s'appliquent également au niveau des cellules musculaires(21), favorisant la perte de masse au cours de l'avancée en âge.

2.1.5.2 **Modifications tissulaires et structurales**

La perte de masse musculaire augmente au cours du vieillissement avec une perte estimée de 0.5 à 1% par an à partir de l'âge de 70 ans, et d'environ 4.7% chez l'homme et 3.7% chez la femme par décennie à partir de l'âge de 70 ans(22).

Par ailleurs, la force musculaire semble diminuer d'environ 10 à 15% tous les 10 ans, et serait aggravée jusqu'à des valeurs de 25 à 40%/10 ans à partir de 70 ans.

Il existe deux types de fibres musculaires :

- Les fibres de type I : de petites tailles, courtes, à contraction lente. Elles possèdent une forte concentration en mitochondrie, permettant un métabolisme oxydatif quasi-exclusif. Ces fibres utilisent également les acides gras solubles pour la production d'énergie. Leur seuil d'activation neurologique est bas, ce qui fait qu'elles seront recrutées en premier, lors d'effort de faible intensité. Ces fibres sont résistantes à la fatigue, et permettent les activités d'endurance.

- Les fibres de type II : réparties en type IIa et IIb. Ces fibres sont plus larges (les plus larges sont les IIb). Elles fonctionnent en majorité via le métabolisme glycolytique, permettant des contractions rapides, avec de grandes tensions. Ces fibres sont fatigables, permettant des exercices de forte intensité, brefs, ou explosifs.

Au cours du vieillissement, la modification tissulaire va tendre vers une raréfaction des fibres de type II au profit des fibres de type I. Cette évolution explique la diminution de la masse musculaire. Le nombre total de fibres diminue au cours de l'âge(20,22,23).

Il se produit également des modifications au niveau des plaques motrices(22,23). Celles-ci diminuent en nombre, avec un phénomène de réafférentation issu des plaques motrices résiduelles. Cette réafférentation se réalise à partir des motoneurones innervant les fibres de type I. Ainsi, le nombre de plaques diminue, mais leur taille et le nombre de fibres qu'elles innervent augmentent. Ces phénomènes s'accompagnent d'une modification de production des neurotransmetteurs, de la transmission de l'information et du recrutement, impactant la coordination musculaire, la force et la puissance développées.

Les modifications du type de fibre n'ont pas un impact majeur sur les capacités d'endurance, mais vont entraîner une diminution des capacités d'adaptations aux exercices nécessitant une force et une puissance importante(20,22). On peut penser par exemple au port de charges lourdes, ou encore la capacité à se relever du sol ou se lever d'un fauteuil.

Le muscle connaît également au cours du vieillissement une infiltration graisseuse, liée aux altérations du métabolisme précédemment cité. De nombreux

adipocytes vont se localiser entre les fibres, altérant ainsi les capacités de contraction.

Il existe également un phénomène de fibrose, favorisé par les blessures répétées, l'activation des fibroblastes (stimulés par les phénomènes inflammatoires, les radicaux libres et ROS, etc.), aboutissant à une perte des capacités d'élasticité, d'extension et une rigidification provoquant une perte d'efficacité contractile.

2.1.5.3 **Modifications fonctionnelles**

Outre la perte d'efficacité contractile, la restructuration et le remodelage du tissu et des fibres musculaires, dont principalement le déclin du nombre de fibre de type II, conduisent à une perte de masse musculaire. Par ailleurs, le développement de fibres de type I au dépend des fibres de type II contribue à cette perte de masse, mais également à un retentissement fonctionnel majeur qu'est la perte de force musculaire, sur les plans de l'explosivité et de la puissance développée. Ces éléments constituent des facteurs de risque de déclin fonctionnel et favorisent, comme nous allons le décrire par la suite, l'entrée dans le cycle de la fragilité.

Il existe trois stades du vieillissement musculaire établi par le groupe de recherche sur la sarcopénie(22) :

-pré-sarcopénie : correspondant à une perte de masse musculaire,

-sarcopénie : associant une perte de masse musculaire avec une perte de force ou de performance physique,

-sarcopénie sévère : associant une perte de masse musculaire avec une perte de force et de performance physique.

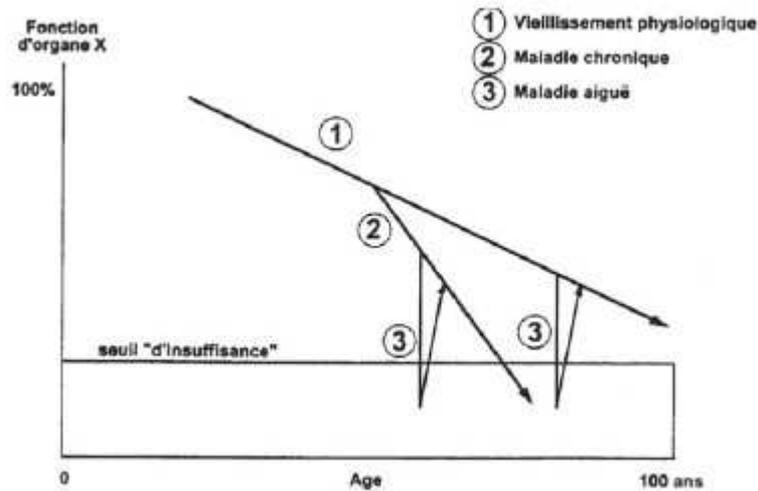
2.1.6 Le syndrome de fragilité

2.1.6.1 Différents modèles de vieillissement

Le phénomène de vieillissement met donc en jeu de nombreuses modifications cellulaires, tissulaires et structurales. De plus, une simple observation clinique permet de mettre en évidence de nombreuses divergences entre les individus au cours de l'avancée en âge. Les différents processus impliqués peuvent expliquer l'hétérogénéité observée entre deux personnes du même âge.

Les modifications de structure et de fonction des organes sont à l'origine d'une diminution des capacités fonctionnelles de l'organisme. Les affections chroniques et leurs comorbidités vont contribuer à une altération encore plus marquée de la réserve fonctionnelle. Le modèle « 1+2+3 » de J.P. Bouchon(24) illustre l'évolution des capacités fonctionnelles au cours du vieillissement et selon la survenue des différentes pathologies. Il est établi « un seuil d'insuffisance ». Si le vieillissement physiologique n'entraîne pas une diminution fonctionnelle suffisamment prononcée pour passer en dessous de ce seuil, les différentes pathologies chroniques vont venir perturber le fonctionnement de l'organisme et précipiter davantage le déclin fonctionnel. Enfin, les événements aigus et décompensations diverses contribuent en grande partie à cette altération (figure 6).

FIGURE 6 : Modèle 1+2+3 – Evolution des capacités fonctionnelles d'un organe au cours du vieillissement



Source : J.P. Bouchon, *1+2+3 ou comment tenter d'être efficace en gériatrie*, La revue du praticien. 1984 (24)

Les disparités interindividuelles observées lors du vieillissement normal et pathologique ont conduit à des réflexions sur différents modes de vieillissement et permis d'en individualiser trois :

- Les robustes, ou « *too good* », sans pathologies significatives ou alors sans retentissement majeur sur les capacités fonctionnelles. Ils se distinguent également par une réserve fonctionnelle importante les rendant moins vulnérables en cas de maladie aiguë. Ces patients représentent un modèle de « vieillissement réussi ». Ils constituent un véritable enjeu de la prise en charge gériatrique.

- A l'opposé, le modèle des patients dits « malades » (« *too bad* ») renvoie aux individus atteints de pathologies sévères, évolutives, conduisant à des états de dépendance. Cette part de population est au-delà de toute prise en charge préventive.

- Entre ces deux extrêmes se détache un troisième modèle, celui des fragiles.

2.1.6.2 Définition du syndrome de fragilité

La fragilité est une notion complexe dont la définition ne cesse d'évoluer depuis plusieurs années, évoluant selon les connaissances et les découvertes.

Ainsi, en 1968 le terme de fragilité désignait des patients confus, agités et incontinents. Dans les années 1970, ce terme était associé à des patients institutionnalisés, et en 1988, il qualifiait les personnes âgées de plus de 65 ans qui étaient dépendantes pour les actes de la vie quotidienne(25). Les différents travaux sur l'évaluation gériatrique, l'aspect physiopathologique des phénomènes de vieillissement et l'exploration de la fragilité ont modifié par la suite la perception de ce syndrome. En 2007, Bergman et al ont défini la fragilité comme un état de vulnérabilité à un stress secondaire et à de multiples déficiences de systèmes qui conduisent à une diminution des réserves physiologiques, abordant la dimension physiopathologique du concept de fragilité.(26)

Enfin en 2011, la Société Française de Gériatrie et Gériologie (SFGG) a proposé la définition suivante :

« La fragilité se définit par une diminution des capacités physiologiques de réserve qui altère les mécanismes d'adaptation au stress. Son expression clinique est modulée par les comorbidités et des facteurs psychologiques, sociaux, économiques et comportementaux. Le syndrome de fragilité est un marqueur de risque de mortalité et d'évènements péjoratifs, notamment d'incapacités, de chutes, d'hospitalisation et d'entrée en institution.

L'âge est un déterminant majeur de fragilité mais n'explique pas à lui seul ce syndrome.

La prise en charge des déterminants de la fragilité pourrait réduire ou retarder ses conséquences, mais actuellement le niveau de preuve pour une telle efficacité est faible. Ainsi, la fragilité s'inscrirait dans un processus potentiellement réversible. »(25)

Cette définition apporte une notion importante, celle d'un phénomène réversible.

Ainsi, la fragilité va s'accompagner d'une vulnérabilité plus importante aux évènements aigus et stress physiologiques (figure6). En découle une cascade de symptômes et de syndromes qui vont grever le pronostic fonctionnel et vital. En ce sens le dépistage, la prévention et la prise en charge de la fragilité représentent des enjeux majeurs de la pratique de la gériatrie.

Plusieurs modèles ont été développés pour définir la fragilité, notamment celui établi par L. Fried(27).

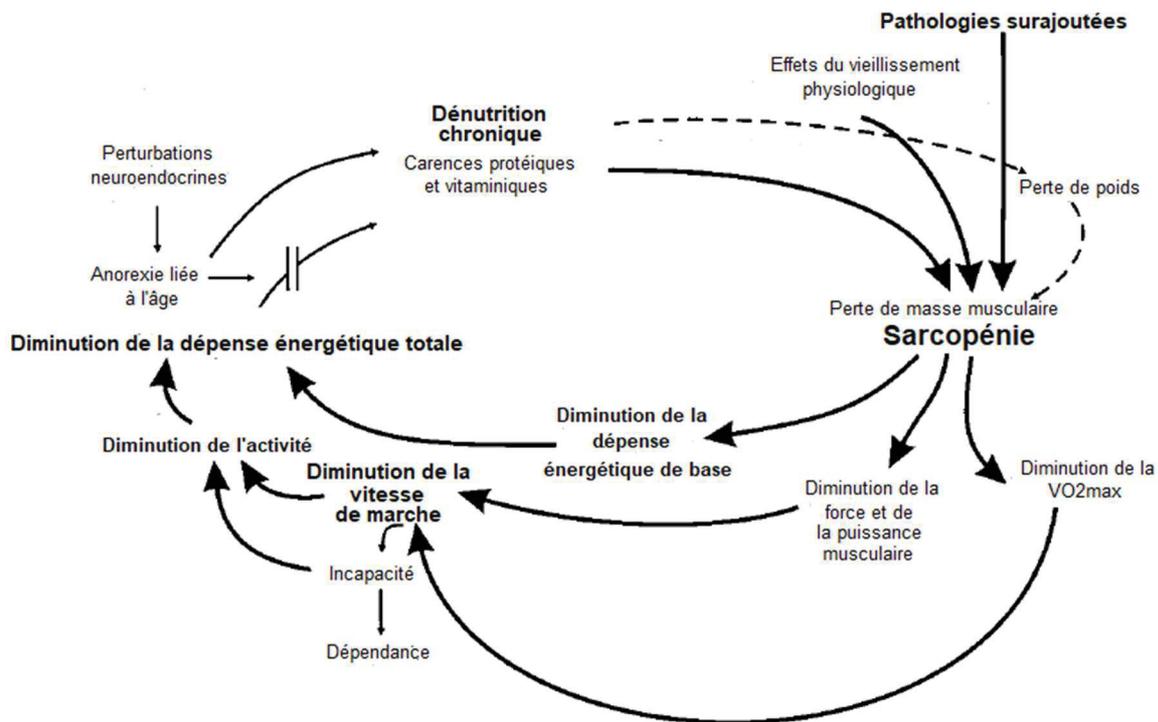
Celui-ci identifie chez des patients âgés de plus de 65 ans plusieurs facteurs constituant un phénotype de fragilité décrits dans le tableau 3 ci-dessous.

TABLEAU 3 : Critères de la fragilité selon Fried

-
1. Perte de poids non intentionnelle (>4.5kg sur une année)
 2. Sarcopénie : force de préhension inférieure au 20^e percentile pour le sexe et l'indice de masse corporelle
 3. Sensation de fatigue et d'épuisement rapportée par le patient
 4. Vitesse de marche sur 4.5m inférieure au 20^e percentile pour le sexe et la taille
 5. Sédentarité

Les travaux de L. Fried(27) ont également conduit à l'élaboration d'un « cycle de la Fragilité » (figure 7), véritable cercle vicieux conduisant à l'entretien de la fragilité.

FIGURE 7 : Cycle de la fragilité (d'après Fried)



Source : Adapté d'après Fried L. in *Frailty in older adults: evidence for a phenotype. J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2001 (27)

Ce cycle de la fragilité montre l'importance et le retentissement de la sarcopénie dans le processus de vieillissement, plus particulièrement dans l'évolution vers la dépendance : la sarcopénie induit non seulement une perte de force et de puissance musculaire, mais également une diminution des capacités d'endurance, une diminution de l'activité physique et de la vitesse de marche. Tous ces éléments sont autant de causes qui vont conduire progressivement à un état de dépendance. Ainsi, la lutte contre la dépendance, mais aussi contre le vieillissement « non réussi » passe par un entretien de l'activité physique.

Si les différents processus de vieillissements physiologiques ne peuvent être contrôlés, l'activité physique est quant à elle un élément sur lequel une action est possible(28,29). Elle apparaît ainsi comme l'un des enjeux les plus importants de

lutte contre la fragilité, mais également un des facteurs à l'origine d'un vieillissement « réussi ».

3. Activité physique et vieillissement

3.1 L'évaluation des fonctions cardiovasculaires et respiratoires

3.1.1 Seuil de transition aérobie-anaérobie et consommation en oxygène(11,30,31)

Le seuil de transition aérobie-anaérobie (ou premier seuil ventilatoire SV1) peut être défini de plusieurs manières. Classiquement, ce seuil correspond à l'intensité de travail à partir duquel la contribution du métabolisme anaérobie à la production d'énergie augmente(30–33).

3.1.1.1 Les mécanismes de production énergétique

La production énergétique de l'organisme repose sur la dégradation de l'Adénosine Triphosphate (ATP) en Adénosine Diphosphate (ADP). Il existe au niveau cellulaire des réserves physiologiques en ATP. Au niveau de la cellule musculaire, ces réserves d'ATP sont cependant faibles, ne permettant une production d'énergie que de quelques secondes.

Trois principaux systèmes au niveau de l'organisme(31) permettent la production et le renouvellement de l'ATP :

-le système ATP-Phosphocréatinine (ATP-PCr), source anaérobie alactique, mettant en jeu une enzyme prépondérante, la Créatine PhosphoKinase (CPK). Celle-ci catalyse une réaction entre les molécules d'ATP et les molécules de créatine, conduisant à la production de molécules d'ADP et de Phosphocréatinine (PCr). Le rendement est d'une mole d'ATP produite pour une mole de PCr. Ce

système ne permet pas le maintien d'un exercice prolongé, mais permet l'initiation de l'effort. C'est alors que les systèmes suivants sont mis en jeu.

-le système glycolytique, source anaérobie lactique reposant sur la dégradation du glycogène ou du glucose en acide pyruvique. Il implique une molécule de Nicotine-Adénine-Dinucléotide (NAD) qui fixe les ions H^+ pour se transformer en $NADH_2$. Le renouvellement du NAD est possible grâce à la réaction entre le $NADH_2$ et l'acide pyruvique, ce dernier captant les ions H^+ pour former l'acide lactique. Cette réaction permet au terme de la cascade la production de 2 moles d'ATP à partir d'une mole de glucose, et de 3 moles d'ATP à partir d'une mole de glycogène. Ce mécanisme est impliqué dans la production d'énergie en début d'exercice, notamment dans les exercices d'intensité importante.

-le système oxydatif, source aérobie permettant la production de molécules d'ATP au niveau mitochondrial en présence d'oxygène. La dégradation du glucose et du glycogène se poursuit après la phase de production de l'acide pyruvique par la mise en route du cycle de Krebs. Le rendement énergétique de ce système est le plus important, vu qu'il produit 39 moles d'ATP pour une mole de glycogène. Ce système oxydatif est mis en jeu au moment des exercices d'endurance, mais il sera dépendant de l'adaptation du débit cardiaque ainsi que du débit respiratoire.

La sollicitation de ces différents systèmes sera différente en fonction de l'exercice réalisé. De façon classique, les exercices de grande intensité et de courte durée mettront préférentiellement en jeu les métabolismes anaérobies, leur production énergétique n'étant pas dépendante de l'adaptation du système cardio-respiratoire. A contrario, lors des exercices en endurance, le système oxydatif

prendra le relais, permettant un apport énergétique plus important et plus rentable sur la durée.

3.1.1.2 La consommation en oxygène – VO₂

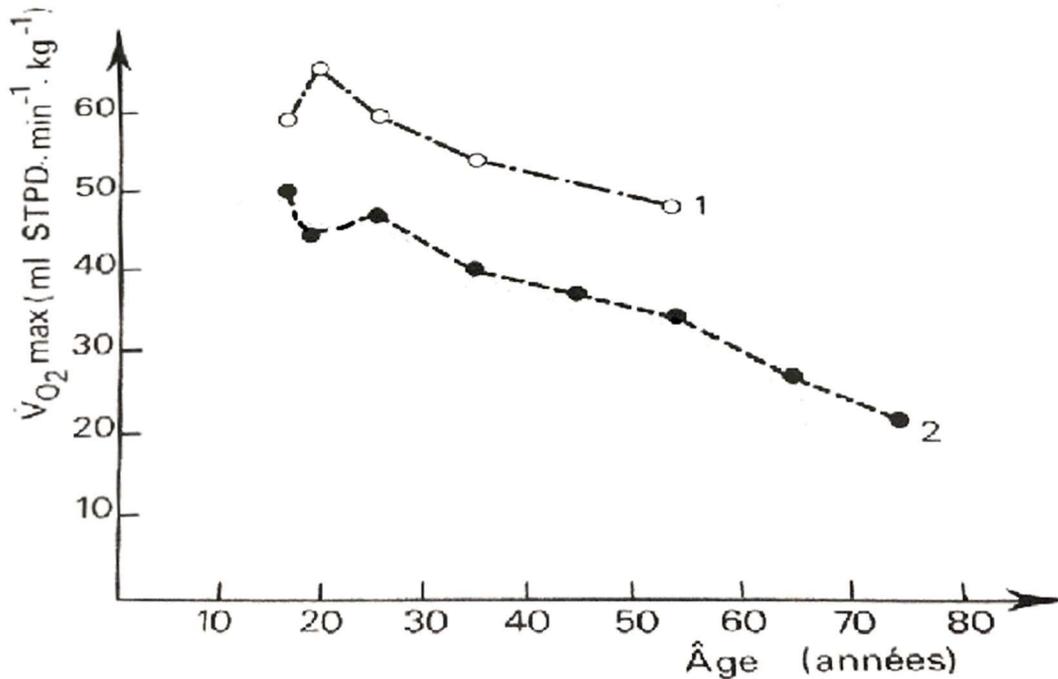
Lors d'un effort physique soutenu, la mise en route du système oxydatif va nécessiter l'adaptation du système cardio-respiratoire, pour maintenir un apport en oxygène suffisant au niveau de l'organisme. Le processus aérobie peut être évalué par l'analyse des échanges gazeux pulmonaires. Dans le cas d'un exercice d'intensité croissante, la consommation en oxygène (VO₂) augmente de façon linéaire avec l'effort fourni. Cependant, à un certain niveau d'exercice, cette consommation d'oxygène atteint une limite et reste par la suite constante. Cette valeur limite correspond à la consommation maximale d'oxygène, ou VO_{2max}. Cette valeur représente la puissance maximale aérobie (PMA)(31).

La VO_{2max} est exprimée en L/min, ou en mL/min/kg par souci d'adaptation à la morphologie de chaque individu. En moyenne, les valeurs de VO_{2max} sont de l'ordre de 45 mL/min/kg chez l'homme et de 35 mL/min/kg chez la femme. Elles varient avec l'âge, augmentant progressivement au cours de l'enfance et de l'adolescence, atteignant un maximum à l'âge de 20 ans. Elle se stabilise par la suite entre 20 et 30 ans, puis décroît avec l'âge (figure 8). A partir de 60 ans, il est estimé que les valeurs de VO_{2max} ne représentent plus que 70% de sa valeur maximale.

La variation interindividuelle de la VO_{2max} repose sur des facteurs génétiques tels que la capacité de transport de l'oxygène ou la structure musculaire. Cependant, elle est également influencée par l'exercice. De ce fait, la pratique d'une activité physique régulière permet d'augmenter la VO_{2max} et d'en réduire le déclin. Pour

exemple, les valeurs maximales mesurées chez des sportifs de haut niveau peuvent atteindre 95mL/min/kg(31).

FIGURE 8 : Consommation maximale en oxygène en fonction de l'âge



1 : Sujets actifs ; 2 : Sujets sédentaires

Source : Monode et al, *Physiologie du sport : bases physiologiques des activités physiques et sportives*, 2014 (31)

3.1.1.3 Le seuil de transition aérobie-anaérobie – SV1

La notion de seuil ventilatoire est le reflet de la consommation énergétique. Le premier seuil ventilatoire, également appelé seuil de transition aérobie-anaérobie, correspond à l'intensité de travail à partir de laquelle la production d'énergie aérobie seule est insuffisante au maintien de l'exercice, se caractérisant donc par l'augmentation de la contribution des mécanismes anaérobie(30–33).

Sur le plan métabolique, ce phénomène se manifeste par l'augmentation de la lactatémie due à la participation du système glycolytique à la production énergétique. L'acide lactique est formé à partir du système tampon de l'acide pyruvique ; à partir d'un certain seuil d'exercice, ce premier système tampon est saturé et des ions H^+ sont relargués au niveau sanguin en plus grande quantité.

Un autre système tampon est alors mis en œuvre, à savoir le couple bicarbonate HCO_3^-/CO_2 . Le phénomène d'acidose métabolique, induit par la diminution des HCO_3^- captant les ions H^+ , se caractérise par une augmentation de la concentration sanguine en CO_2 puis de l'élimination respiratoire du CO_2 (VCO_2). A ce stade, la stimulation des chémorécepteurs liée à l'augmentation de la VCO_2 va être responsable d'une élévation du débit ventilatoire. L'acidose métabolique est alors dite compensée.

Par la suite, les systèmes tampons vont être progressivement dépassés, avec une production de lactates et de CO_2 s'élevant à nouveau de façon importante, sans compensation respiratoire, correspondant au stade d'acidose métabolique décompensée. Il s'agit du deuxième seuil ventilatoire, ou SV2 (seuil de désadaptation ventilatoire).

Par la suite, l'effort s'arrête lors de l'épuisement, définissant la puissance maximale tolérée.

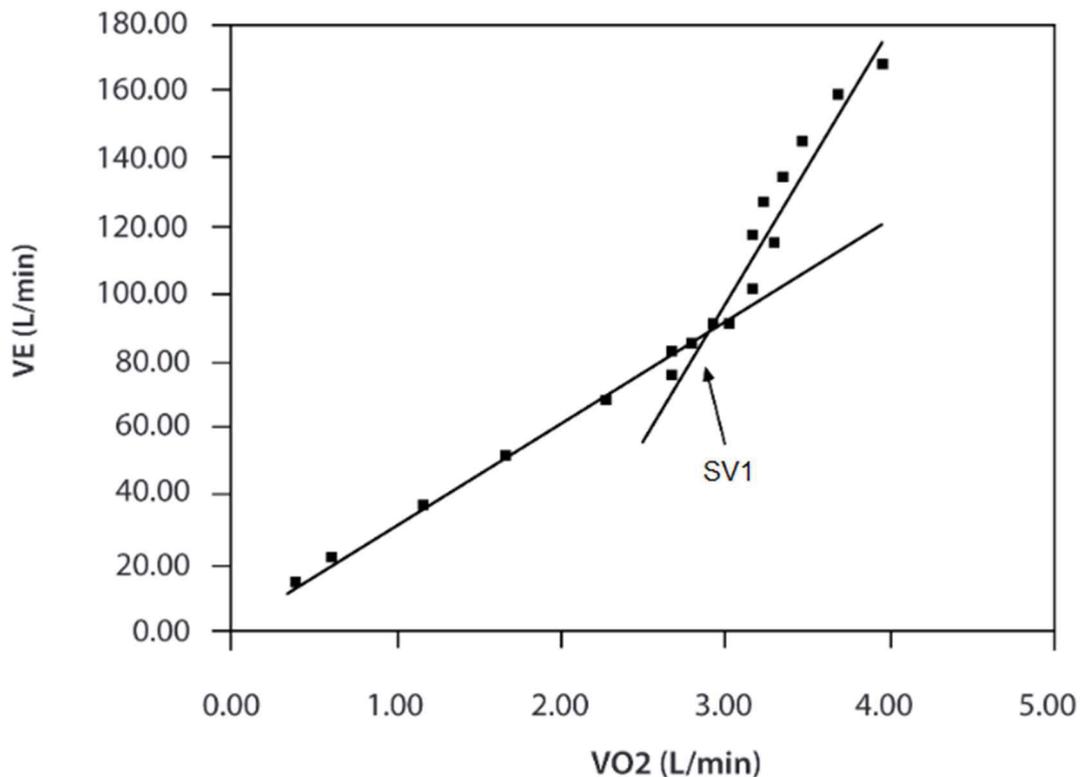
A noter que le SV1 survient généralement à 50 ou 60% de la VO_{2max} . Le SV2 est quant à lui atteint aux alentours de 80% de la VO_{2max} .

Le système aérobie étant le système à meilleur rendement énergétique, il apparaît comme le reflet des capacités d'endurance. Par ailleurs, le SV1 est reconnu comme un bon déterminant des capacités d'endurance (34,35).

La détermination des seuils ventilatoires est possible via l'utilisation des paramètres respiratoires. Ceci nécessite la réalisation d'une épreuve d'effort avec recueil des échanges gazeux. L'acquisition des différentes données va permettre la détermination des seuils selon deux principales techniques : la méthode de Beaver et la méthode de Wasserman.

- La méthode décrite par Beaver (ou V-Slope)(36) repose sur l'étude de la VCO_2 en fonction de la VO_2 ou de l'intensité d'exercice. La détermination des seuils ventilatoires repose sur les points d'inflexion de la production de CO_2 correspondant à l'augmentation brutale de celle-ci. A noter que la détermination du SV2 selon cette méthode est plus délicate, la deuxième inflexion étant moins aisée à identifier (figure 9).

FIGURE 9 : Détermination du SV1 par la méthode de Beaver

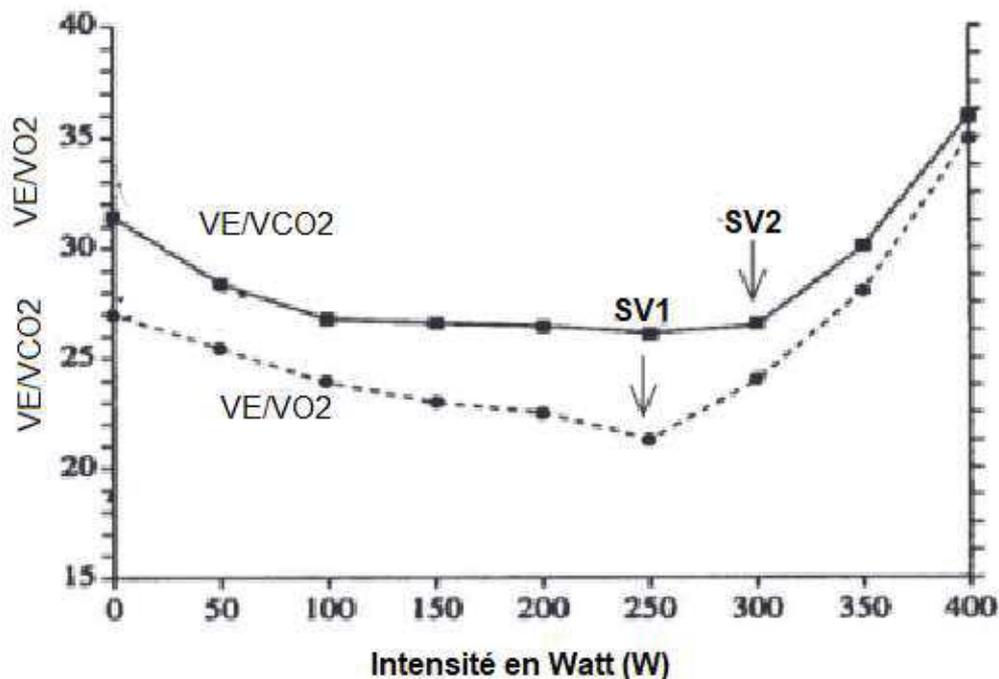


Source : Ghosh AK. Anaerobic Threshold: Its Concept and Role in Endurance Sport. Malays J Med Sci. 2004(33)

- La méthode de Wasserman (37) repose sur les équivalents respiratoires et le débit respiratoire. Les équivalents respiratoires en O₂ et CO₂ (VE/VO₂ et VE/VCO₂) correspondent au nombre de litres d'air qu'il faut ventiler pour consommer 1L d'O₂ ou rejeter 1L de CO₂, et donc au rendement de l'appareil respiratoire.

Le SV1 survient à l'intensité à partir de laquelle le rapport VE/VO₂ augmente, sans augmentation concomitante du rapport VE/VCO₂ (figure10). Ceci signe le phénomène d'hyperventilation réactionnelle à la VCO₂ plus importante, pour des valeurs de VO₂ en augmentation constante. Enfin, l'élévation brutale du rapport VE/VCO₂ signe le SV2, à l'instant de l'acidose métabolique décompensée.

FIGURE 10 : Détermination du SV1 par la méthode de Wassermann



Source : Adapté d'après Okano AH et al in Comparison between anaerobic threshold determined by ventilatory variables and blood lactate response in cyclists, Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 2006 (38)

3.1.2 Pression artérielle

Il est communément admis que l'hypertension artérielle est un facteur de risque cardiovasculaire majeur, tant chez l'adulte jeune que chez la personne âgée. De nombreuses études et recommandations ont permis de mettre en évidence les bénéfices d'un contrôle tensionnel, notamment sur la mortalité d'origine vasculaire ou globale(39).

Les recommandations de l'European Society of Cardiology (ESC) de 2018 sur l'hypertension artérielle(40) fixent comme premier objectif de réduction de la pression artérielle des valeurs inférieures à 140/90 mmHg chez tous les patients. Le seuil de 65 ans établi par l'OMS pour définir les sujets âgés a été retenu dans ces recommandations. Pour les sujets âgés de moins de 65 ans, l'objectif retenu est celui d'une valeur de pression artérielle systolique entre 120 et 129 mmHg et une pression diastolique de 70 à 79 mmHg. Pour les sujets âgés, l'abaissement tensionnel sous traitement est fixé à 130-139 de PAs et une PAd inférieure à 80 mmHg selon la tolérance clinique.

Les principales stratégies thérapeutiques de la prise en charge de l'hypertension artérielle chez les personnes âgées depuis 2001 se fondaient en grande partie sur les résultats de l'étude HYVET(41). Cette étude, regroupant initialement 1283 patients âgés de 80 ans ou plus, établissait un objectif tensionnel inférieur à 150/80mmHg afin d'étudier les risques et bénéfices du traitement anti-hypertenseur au sein de cette population. Les résultats ont permis de mettre en évidence une réduction de 47% du taux d'AVC et de 57% de mortalité liée aux AVC.

3.1.3 Fréquence cardiaque

La fréquence cardiaque de repos a été identifiée comme un facteur de risque de morbi-mortalité cardiovasculaire(42,43). La pratique d'une activité physique induirait une diminution de la FC de repos et donc permettrait une diminution de ces risques(44). Bien que ce constat ait pu être avancé chez des sujets âgés(45), l'influence de l'activité physique sur la FC de repos chez des patients très âgés semble moins importante(46).

La fréquence cardiaque (FC) est un paramètre qui peut être associé à la consommation d'oxygène(47). En effet la VO_2 est soumise à la loi de Fick relative à la diffusion de la matière. Elle peut ainsi être exprimé comme le produit du débit cardiaque (Q_c) et de la différence artérioveineuse de la concentration en O_2 ($d(a-v)_{O_2}$), selon l'équation suivante :

$$VO_2 = Q_c \times d(a-v)_{O_2}$$

Nous avons vu précédemment que le débit cardiaque pouvait être défini comme le produit de la FC et du VES, illustrant bien cette relation en FC et VO_2 . Au cours du vieillissement, les divers mécanismes du vieillissement tendent vers une diminution de la FC, pouvant en partie expliquer la diminution de la VO_2 .

3.1.4 Rate-pressure product

Le Rate-pressure Product (RPP) ou Double-Product (DB) est une variable issue du produit de la fréquence cardiaque par la pression artérielle systolique(48). Cette valeur peut être calculée tant au repos qu'à l'effort.

Ce paramètre est utilisé depuis plusieurs années car il est considéré comme étant un bon reflet de la consommation myocardique en oxygène (MVO_2), avec laquelle il partage une corrélation linéaire(47,49). Ainsi, une élévation de la MVO_2 sera associée à une élévation du RPP et inversement. De ce fait, le RPP peut être considéré comme un reflet du travail myocardique.

Il s'avère que le RPP est également un facteur prédictif de survenue d'ischémie myocardique. En effet, une valeur de RPP supérieure à un seuil stable chez un même individu, mais variable sur le plan interindividuel, serait associée à la survenue d'ischémie myocardique. Ainsi, des valeurs supérieures à 20 000 bpm.mmHg à l'effort et à 10 000 bpm.mmHg au repos seraient associées à un facteur de risque de survenue d'infarctus du myocarde(48,50). De plus, certaines données mettent en évidence une relation entre l'élévation du RPP au-delà de certaines valeurs précédant la survenue d'ischémie myocardique infra-clinique(51).

Le RPP de repos apparaît également comme un paramètre lié à la vitesse de l'onde de pouls, des valeurs élevées étant associées à des VOP hautes(52). Ainsi, des valeurs de RPP de repos élevées peuvent être considérées comme facteur de risques cardiovasculaire, au même titre que la VOP.

Enfin, le RPP de repos peut être considéré comme un reflet de l'endurance, des valeurs basses étant retrouvées chez des patients présentant de meilleurs scores lors d'un test de marche de 6 minutes(53). Il peut par ailleurs être un bon marqueur d'estimation indirecte de la VO_{2max} lors des tests d'effort.

3.1.5 Volume expiratoire maximal par seconde

Le Volume Expiratoire Maximal par Seconde correspond au volume d'air expiré au cours de la première seconde d'une expiration rapide et forcée après une inspiration maximale.

Il ne semble pas exister d'impact de l'activité physique sur le VEMS chez le sujet âgé(11).

3.1.6 Capacité vitale forcée

La Capacité Vitale Forcée correspond au volume d'air expiré, jusqu'au Volume Résiduel (VR) et ce à partir d'une inspiration maximale (CPT)

Tout comme pour le VEMS, la CVF ne semble pas modifiée par l'exercice physique(11).

3.2 L'activité physique chez la personne âgée

3.2.1 Bénéfices de l'activité physique

3.2.1.1 Principes de l'activité physique

L'activité physique (AP) est définie comme tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques, entraînant une dépense énergétique supérieure à celle du métabolisme de repos. Elle regroupe ainsi les exercices physiques et les activités sportives, mais également les AP de la vie quotidienne (déplacements actifs, activités domestiques et activités professionnelles) et s'oppose à la sédentarité.

L'évaluation de l'intensité d'une AP peut se faire selon plusieurs modalités, mais la plus fréquemment utilisée est l'unité MET (pour *Metabolic Equivalent Task*). Cette unité se définit comme le rapport de la dépense énergétique d'une AP sur la quantité d'énergie dépensée au repos (assis sur une chaise).

Il existe quatre grands types d'exercices physiques, à savoir les exercices d'endurance (travaillant les capacités cardio-respiratoires), de résistance (capacités musculaires), de souplesse (capacités musculo-tendineuses) et d'équilibre (coordination neuro-musculaire).

En ce qui concerne les exercices d'endurance, ils peuvent être définis selon plusieurs intensités : sédentaire, faible, modérée, élevée et très élevée (intense). Leurs caractéristiques exprimées en fonction de la dépense énergétique, du pourcentage de la FC maximale, FC de réserve, VO_{2max} , mesure subjective (selon l'échelle de Borg modifiée) sont résumées dans la figure 11 ci-après(54).

FIGURE 11 : Classification des activités physiques en fonction de leurs intensités et de l'évaluation subjective de leur tolérance

Intensité	Mesures objectives	Mesures subjectives	Exemples
Sédentaire	<ul style="list-style-type: none"> • < 1,6 MET • < 40 % FCmax • < 20 % VO₂max 	<ul style="list-style-type: none"> • pas d'essoufflement • pas de transpiration • pénibilité de l'effort < 2* 	<ul style="list-style-type: none"> • regarder la télévision • lire, écrire, travail de bureau (position assise)
Faible	<ul style="list-style-type: none"> • 1,6 à 3 METs • 40 à 55 % FCmax • 20 à 40 % VO₂max 	<ul style="list-style-type: none"> • pas d'essoufflement • pas de transpiration • pénibilité : 3 à 4 	<ul style="list-style-type: none"> • marcher (< 4 km/h)** • promener son chien • conduire (voiture) • s'habiller, manger, déplacer de petits objets • activités manuelles ou lecture (debout)
Modérée	<ul style="list-style-type: none"> • 3 à 5,9 METs • 55 à 70 % FCmax • 40 à 60 % VO₂max 	<ul style="list-style-type: none"> • essoufflement modéré • conversation possible • transpiration modérée • pénibilité : 5 à 6 • peut être maintenu 30 à 60 min* 	<ul style="list-style-type: none"> • marche (4 à 6,5 km/h)** , course à pied (< 8 km/h)** , vélo (15 km/h)** • monter les escaliers (vitesse faible) • nager (loisirs), jouer au tennis
Elevée	<ul style="list-style-type: none"> • 6 à 8,9 METs • 70 à 90 % FCmax • 60 à 85 % VO₂max 	<ul style="list-style-type: none"> • essoufflement important • conversation difficile • transpiration abondante • pénibilité : 7 à 8 • ne peut être maintenu plus de 30 min** 	<ul style="list-style-type: none"> • marche (> 6,5 km/h ou en pente)** , course à pied (8 à 9 km/h)** , vélo (20 km/h)** • monter rapidement les escaliers • déplacer des charges lourdes • déplacer de petits objets
Très élevée	<ul style="list-style-type: none"> • ≥ 9 METs • < 90 % FCmax • < 85 % VO₂max 	<ul style="list-style-type: none"> • essoufflement très important • conversation impossible • transpiration très abondante • pénibilité > 8 • ne peut être maintenu plus de 10 min** 	<ul style="list-style-type: none"> • course à pied (9 à 28 km/h)** • cyclisme (> 25 km/h)**

* Sur une échelle de 0 à 10 (OMS).

** Ces repères sont donnés à titre d'exemples, pour un adulte d'âge moyen, de condition physique moyenne.

Source : ANES, Actualisation des repères du Programme National Nutrition Santé – Révisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité, 2016 (54)

L'OMS insiste sur l'importance d'une activité physique à tout âge. Plus particulièrement, les recommandations pour les personnes âgées de plus de 65 ans sont les suivantes (55):

- au moins 150 minutes d'activité d'endurance d'intensité modérée ou au moins 75 minutes d'activité d'intensité élevée ou une combinaison équivalente d'activité d'intensité modérée et soutenue par semaine. Un bénéfice

supplémentaire sur la santé est retenu au-delà de 300 minutes (intensité modérée) ou 150 minutes (intensité élevée) par semaine.

- des périodes d'exercices d'au moins 10 minutes
- les personnes âgées à mobilité réduite devraient pratiquer une activité physique en ayant pour objectif d'améliorer l'équilibre et la prévention des chutes, au moins 3 fois par semaine
- l'importance d'exercices de renforcement musculaire au moins deux jours par semaines
- pour les personnes ne pouvant réaliser ces activités du fait de leur état de santé, toute activité physique quelle qu'elle soit doit être pratiquée en fonction de leurs capacités.

3.2.1.2 Intérêt de l'activité physique

Les différents phénomènes liés au vieillissement, qu'ils soient physiologiques ou pathologiques, de même que les comorbidités et les différents événements pathologiques survenant au cours de l'existence, vont tendre vers une diminution des capacités d'adaptation aux efforts physiques. Ces éléments contribuent à un déclin des capacités d'endurance mais également à un remodelage musculaire induisant une perte d'activité. La sédentarité qui en découle va venir accentuer ces phénomènes, contribuant à un véritable cercle vicieux qui va s'auto-entretenir pour conduire *in fine* à un état de déconditionnement physique.

Outre les bénéfices sur le maintien des capacités musculaires déjà évoqués précédemment, l'activité physique chez le sujet âgé présente de nombreux avantages tant au niveau cardio-vasculaire (gain en termes de survie globale et sans

affections cardiovasculaires (56), réduction de la survenue d'accidents vasculaires cérébraux(57)), que respiratoire, métabolique, cognitif (58,59) ou encore au niveau de la qualité de vie (allongement de l'espérance de vie)(60).

Mais qu'en est-il des sujets très âgés ? Sont-ils aussi réceptifs aux bénéfices de l'activité physique ? Qu'en est-il des patients sédentaires, ou n'ayant jamais pratiqué d'activité physique ?

Gregg et al. ont mené en 2003 une étude prospective multicentrique afin d'appréhender le retentissement sur la mortalité d'une modification des habitudes d'exercice(61). Ce travail regroupant 9704 femmes âgées de 65 ans ou plus, a permis de mettre en évidence un impact bénéfique de l'activité physique chez les patientes devenues actives. Ainsi, comparé aux patientes restées sédentaires, le groupe des femmes ayant débuté une activité régulière présentait une diminution de 48% de leur mortalité globale, 36% de leur mortalité cardiovasculaire et 51% de leur mortalité par cancer. Ceci contribue donc à illustrer l'importance de la pratique d'une AP, mais également que, même débutée tardivement, elle procure des effets bénéfiques.

La réadaptation à l'effort du sujet âgé n'a pas pour vocation la recherche d'objectifs de performance athlétique. En pratique gériatrique, l'un des aspects de l'évaluation de l'état de santé des personnes âgées repose sur l'estimation de l'état de santé et de l'autonomie fonctionnelle. Pour ce faire, plusieurs échelles sont utilisées, notamment la grille GIR, les ADL (Activities of Daily Living) de Katz ou encore l'échelle des IADL (Instrumental Activities of Daily Living) de Lawton.

Certains des items de ces grilles reposent sur des AP de la vie quotidienne, et en s'intéressant aux dépenses énergétiques nécessaires pour leur réalisation il est aisé

de constater que certaines requièrent jusqu'à 7,5 fois la dépense énergétique de base (soit un effort modéré). Le tableau 4 regroupe la plupart des activités évaluées par les échelles précédemment citées ainsi que certains loisirs et leurs dépenses énergétiques estimées.

TABLEAU 4 : Dépenses énergétiques en METs de certaines activités de la vie quotidienne

<u>METs</u>	<u>Activités physiques de la vie quotidienne</u>
2,3	Faire les courses avec ou sans chariot
7,5	Porter les provisions en montant les escaliers
3,3	Activité de cuisine (préparation repas, laver la vaisselle, nettoyer)
2,8 à 4,3	Entretien ménager
2,0	Entretien du linge (lessive avec lave-linge, à la main, étendre et plier)
2,5	S'habiller/se déshabiller seul debout ou assis
2,0	Faire sa toilette seul
2,0 à 4,8	Marche à rythme normal (plat, herbe, sable)
3,3 à 5,0	Entretien d'un jardin
2,5	S'occuper d'enfants
3,0	Tourisme
3,0 à 5,5	Danse

Source : Adapté de Haute Autorité de santé - Comité d'Expert, in Promotion, consultation et prescription médicale d'activité physique et sportive pour la santé, 2018(62)

La réadaptation à l'effort du sujet âgé peut ainsi être appréhendée comme un moyen de maintenir un certain niveau d'autonomie fonctionnelle.

D'après ces différents éléments, l'indication d'un programme de réentraînement à l'effort prend tout son intérêt chez le sujet âgé.

De plus, en ce qui concerne les patients âgés de 70 ans ou plus, plusieurs études ont permis de mettre en évidence une amélioration des capacités d'endurance suite à la participation à des programmes d'entraînement, avec globalement des augmentations de 15,4% (63), 16 à 22% (64) et 15% (65) de la VO_{2max} pour des AP modérées.

Ces études présentent cependant des limites, en lien avec des profils de vieillissement de type « *too good* » ou encore l'exclusion de patients sous traitement β -bloquant, mais le bénéfice d'une activité physique sur l'endurance des sujets âgés de 70 ans semble net malgré tout (66–68).

3.2.2 Le Programme d'Endurance Personnalisé sur ergoCycle

3.2.2.1 Historique du programme

Orientés initialement sur les mécanismes cardiorespiratoires et métaboliques des patients atteints de drépanocytose dans les années 1980 lors de son activité en Côte d'Ivoire, les travaux du Professeur Jean Lonsdorfer sont à l'origine de la création du PEP'C. Lors de son retour en Alsace, il est développé un programme de réadaptation à l'effort au sein du service de physiologie et d'explorations fonctionnelles des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg. Bien que visant initialement les patients greffés cardiaques et insuffisants respiratoires, il va s'adresser progressivement aux sujets âgés de 60 ans et plus.

Le développement du PEP'C et de la CAPS se fait donc progressivement à partir des années 2007-2008 au sein du pôle de gériatrie des HUS avec la création du Centre Alsacien pour le Mieux Être du Senior (CAMES), fruit d'une collaboration avec la mutuelle Arpège-Réunica. En 2012, le CAMES devient une unité

fonctionnelle (UF) Consultation de l'Aptitude Physique et Santé (CAPS) du pôle de gériatrie des HUS, sous la direction du Professeur T. Vogel.

En parallèle, s'ouvre en 2008 à l'initiative du Dr C. Grosshans un centre au sein de la MMPA de l'hôpital de Mulhouse, ouverture suivie par la mise en place d'un centre colmarien à l'initiative du Dr J. Hild en 2009.

Depuis, les trois centres alsaciens poursuivent leur activité.

3.2.2.2 Le Centre d'Evaluation et de Remise en Forme

Le Pôle de Gériatrie du Groupe Hospitalier Régional de Mulhouse et Sud Alsace (GHRMSA) a créé en 2008 une nouvelle unité fonctionnelle : un Centre d'Evaluation et de Remise en Forme des seniors (CERF).

3.2.2.2.1 Organisation du service

- Organisation matérielle :

Localisé au niveau du service de consultations, le CERF dispose d'une salle dédiée aux consultations et aux épreuves d'effort, de deux vestiaires (homme et femme) et d'une salle d'entraînement.

Celle-ci accueillait, en 2018, onze ergocycles à pédalage vertical (Ergoline), un ergocycle à pédalage horizontal (Ergoline) et un tapis de course.

La salle de consultation comprend le matériel nécessaire à un examen médical, une table d'examen, une balance impédancemètre, un ergocycle en position verticale et un tapis de course reliés à une station d'épreuve d'effort.

La station d'épreuve d'effort comprend un matériel d'acquisition permettant l'obtention continue d'un électrocardiogramme, l'enregistrement des échanges

gazeux, d'un spiromètre et d'un brassard tensionnel. Elle comprend également un micro-ordinateur, support des logiciels de traitement des informations, et de deux écrans permettant la surveillance des différents paramètres au cours de l'épreuve.

Un défibrillateur automatique et un chariot d'urgence sont localisés à proximité des salles de consultation et d'entraînement, un protocole en cas de survenue d'une urgence est mis à la disposition du personnel.

- Organisation du Personnel

L'équipe du CERF est composée de 3 médecins (Dr C. Grosshans, Dr X. Sirlin et Dr C. Schnell) qui assurent sur 4 demi-journées les consultations et les épreuves d'effort.

Deux éducateurs médico-sportifs, M. J. Jeuch et Mme M.A. Theiller assurent la surveillance, l'organisation et la gestion des séances.

Une secrétaire est dédiée à la gestion administrative et financière des dossiers et des consultations.

- Organisation horaire :

Les plages de consultations sont regroupées les lundi, jeudi et vendredi de 8h30 à 12h et le mardi de 13h30 à 17h.

Les séances de pédalage, d'une durée d'une heure, sont ouvertes tous les jours de 8h30 à 12h30 et de 14h à 17h, à l'exception du mercredi (8h30-12h30, fermeture l'après-midi). Les horaires évoluent dans le temps, en s'adaptant à la demande.

3.2.2.2 La Consultation d'aptitude physique du senior - CAPS

La Consultation d'Aptitude Physique du Senior (CAPS) est le premier contact du patient avec le PEP'C. Elle permet de présenter l'organisation, le déroulement et les modalités du programme.

Son but principal est de décider de l'éligibilité du patient à bénéficier ou non d'une prise en charge au CERF.

Elle comprend, outre le recueil des informations administratives et sociales du patient, un recueil précis des antécédents, des traitements et de la pratique sportive passée et actuelle. Par la suite, un examen clinique morphologique, cardiaque, pulmonaire, locomoteur et neurologique est réalisé.

Elle permet d'identifier les contre-indications potentielles à la réalisation du programme de réentraînement et de l'épreuve d'effort (pathologie cardiaque sévère ou instable, pathologie ou insuffisance respiratoire décompensée, ou toute pathologie ostéoarticulaire, neurologique, cognitive ou psychiatrique rendant impossible l'utilisation d'un ergocycle ou du tapis de course). Tout état de décompensation aiguë contre-indique la poursuite immédiate du PEP'C.

Selon les antécédents et les situations cliniques, le patient peut être adressé vers son cardiologue référent en vue d'un avis quant à la participation au programme.

3.2.2.2.3 L'Épreuve Cardio-Respiratoire d'Effort - ECRE

Les ECRE sont réalisées dans une salle dédiée. La grande majorité des épreuves est réalisée sur ergocycle à pédalage vertical (Ergoline ergoselect 200). La station d'épreuve d'effort (Sensormedics Vmax Encore 29c) est reliée à un micro-ordinateur, la gestion des données et le suivi en direct de l'ECRE est assurée via le logiciel Cardiosoft (GE Healthcarte, Cardiosoft V 6.51).

Avant le début de l'effort, un test de spirométrie et une mesure de la pression artérielle de repos sont effectués.

Concernant l'effort, plusieurs protocoles d'incrément de charge (paliers, en watts) sont disponibles. Chez les sujets âgés, en cas de sédentarité ou de déconditionnement à l'effort, le schéma retenu est celui d'une augmentation de 5W par paliers de 30 secondes, avec une base d'échauffement à 20W.

Les épreuves d'efforts réalisées sont sous-maximales, l'objectif étant de déterminer le seuil SV1 qui permettra par la suite d'établir l'intensité de travail du programme. L'arrêt de l'épreuve d'effort repose sur l'obtention d'un Quotient Respiratoire (QR) >1 , sur la présence de signes de gravité hémodynamique, à la demande du patient ou en cas de signes de mauvaise tolérance clinique.

3.2.2.2.4 Détails du programme

Basé sur le principe de l'Interval Training (IT - entraînement fractionné), le PEP'C est dérivé du programme SWEET (Square Wave Endurance Exercise Test) établi par Gimenez(69).

Il a par la suite été adapté aux personnes âgées, avec pour objectif la mise en place d'un programme personnalisé et accessible aux capacités de chacun. Les résultats préliminaires d'une étude pilote menée par T. Vogel(70) ont permis de mettre en évidence un bénéfice franc sur l'endurance du PEP'C avec un gain d'intensité de SV1 de 35%+/-18% chez les hommes et 31% +/- 16% chez les femmes. Ces données ont été confirmées par la suite(71) avec un gain d'intensité de SV1 de 23,3% et 27,9% ($p < 0.05$) chez les femmes « jeunes seniors » et « seniors âgées » et de 27,2% et 21,2% ($p < 0.05$) chez les hommes « jeunes seniors » et « seniors âgés ».

Le programme repose sur 18 séances sur ergocycle, réparties sur 9 semaines à raison de 2 séances par semaine. Chaque séance dure 36 minutes, dont 3 minutes d'échauffement, 30 minutes d'effort et 3 minutes de récupération. La phase d'exercice se découpe en 6 créneaux de base (4 minutes) séparés par 5 pics d'intensité (1 minute) plus élevée. En milieu de programme (9^{ème} séance), nous procédons à une inversion des charges, les bases correspondant aux intensités les plus élevées, et les pics (dits négatifs) aux intensités plus faibles.

L'intensité des bases est déterminée par l'intensité de SV1 (ou 90% du SV1). Historiquement, l'intensité des pics était établie par le SV2, désormais celle-ci repose sur 90% de la puissance maximale tolérée en cas d'épreuve d'effort maximale. Pour les patients qui ne bénéficient que d'une épreuve d'effort sous-maximale, les pics

sont fixés à des valeurs d'intensités égales à une majoration de 20% de l'intensité de base (se rapprochant ainsi du SV2 ou de 90% du SV2). Les premières séances permettront de contrôler la tolérance clinique et hémodynamique des charges des créneaux. L'adaptation des intensités repose sur l'évaluation du patient et des éducateurs médico-sportifs.

Pour les patients ayant présenté des résultats de SV1 douteux ou chez qui l'adaptation des intensités est complexe, l'adaptation des charges se fera grâce à l'utilisation de l'échelle de Borg (ou mesure de la perception de l'effort). Il s'agit d'une échelle de mesure subjective, qualitative permettant une estimation de l'effort ressenti notée de 6 à 20. Cette échelle est largement utilisée dans les tests d'effort sportif. Elle associe des valeurs numériques à des descriptifs verbaux(62).

Le programme repose sur le principe de réentraînement à l'effort. La répétition des séances va être marquée par une adaptation et amélioration progressive des capacités cardio-respiratoires. Plus particulièrement, la fréquence cardiaque va décroître au cours des différentes séances, dans un premier temps au cours des premiers tiers des séances, puis au cours du dernier tiers (entre la 20^{ème} et la 30^{ème} minute) qui correspond à l'intervalle de travail le plus intense. La valeur de la FC cardiaque relevée à la 31^{ème} minute (ou 28^{ème} minute sans compter l'échauffement) va être utilisée pour adapter les charges d'intensité. En cas de chute d'au moins 5 battements par minutes par rapport à la séance précédente, l'intensité de la base et du pic sera majorée de 10% lors de la séance suivante. Cette technique sera réutilisée tout au long du programme, en respectant toujours la tolérance clinique et hémodynamique du patient.

3.2.2.2.5 Les autres programmes d'activité physique du CERF

Certains patients présentant des comorbidités, des pathologies ou un état général moyen, rendant difficile la réalisation d'un programme de réentraînement fractionné sont orientés vers des programmes moins intenses.

- Programme d'endurance douce :

Le pédalage se fait, après 3 minutes d'échauffement, sur 30 minutes à une intensité constante, correspondant à l'intensité du SV1 ou à 90% du SV1. Il se termine par 3 minutes de récupération.

- Programme d'endurance mixte :

Pour les patients présentant une bonne tolérance lors des premières séances d'endurance douce, il est proposé au bout de 4 à 5 séances un passage sur un travail en intervalle type PEP'C.

- Tapis roulant :

Les patients, s'ils le souhaitent, ou s'ils présentent des difficultés d'accessibilité aux ergocycles, peuvent réaliser leurs programmes d'entraînement sur un tapis roulant. Les intensités seront alors adaptées selon la tolérance, avec par ailleurs la possibilité de régler l'inclinaison en plus de la vitesse.

Comme nous l'avons détaillé précédemment, l'intérêt du PEP'C et des programmes mis en place au sein du CERF réside dans la réadaptation à l'effort. Ainsi, l'arrêt du sport au décours d'un programme initial (dit PEP'C 1) et sans poursuite d'une activité physique par la suite donnera lieu à un nouveau déclin des capacités d'endurance.

En ce sens et pour les patients appréciant la prise en charge cadrée et médicalisée de leur activité physique, il est proposé de maintenir une activité au sein du CERF : PEP'C 2. A raison de deux séances par semaines (selon les disponibilités, les PEP'C 1 restant prioritaires) ce programme pourra associer plusieurs types de séances :

- La poursuite de séances sur le modèle PEP'C (Interval Training)
- La poursuite de séances de type endurance douce
- Un programme axé sur la perte de poids consistant en 55 minutes d'exercice à une intensité constante correspondant soit au SV1, à 90% du SV1, à 70% de la FCmax ou à l'intensité la mieux tolérée.
- Des séances de renforcement musculaire, d'équilibre et de gymnastique proposées par les éducateurs médicaux sportifs.

3.2.2.2.6 La consultation finale

La consultation finale réalisée après la réalisation de l'ECRE de contrôle post-programme va permettre de dresser le bilan des 18 séances, concernant l'évolution de la charge en watts, les paramètres hémodynamiques et respiratoires.

Un compte-rendu détaillé regroupant les différents éléments de cette progression est par la suite adressé au médecin traitant, cardiologue et/ou au médecin adresseur ou autre spécialiste (annexe 8).

3.2.2.2.7 La consultation annuelle

Depuis 2018, il est proposé aux patients participant à des séances de PEP'C 2 de revoir un médecin en CAPS afin d'actualiser les données médicales, traitement, et d'évaluer le niveau et le ressenti fonctionnel. Au décours, il pourra être proposé au patient de participer à un nouveau PEP'C 1, de refaire une ECRE en vue d'une adaptation des intensités de travail, ou de maintenir l'activité en cours.

3.2.2.2.8 Aspects financiers

Le programme PEP'C bénéficie d'un accord avec la caisse d'assurance maladie du Bas-Rhin et du Haut-Rhin. L'ensemble du programme est remboursé à 100% sous réserve de la présentation d'une prescription médicale (annexe 1).

La tarification des consultations CAPS, finales et annuelles s'élèvent à 30€. L'ECRE avec spirométrie est facturée 126,69€ ; chaque séance de pédalage est facturée 28,80€. Le coût total d'un passage au CERF (sous réserve d'une prise en charge complète), est ainsi estimé à 831,78€, dont 518,4€ de séances de sport.

Les autres programmes d'activités physique (PEP'C2, obésité, endurance douce, gymnastique), à la charge du patient, sont facturés 5€ par séance.

4. Etude clinique

4.1 Matériels et méthodes

4.1.1 Type d'étude

Nous avons conduit une étude de cohorte, rétrospective, monocentrique, non interventionnelle, avec le concours de l'Unité de Recherche Clinique (URC) du GHRMSA.

4.1.2 Objectifs de l'étude

4.1.2.1 Objectif principal

L'objectif principal de notre étude était de mettre en évidence le bénéfice sur l'endurance d'un programme d'entraînement personnalisé sur ergocycle (PEP'C) chez des patients âgés de 70 ans ou plus.

4.1.2.2 Objectifs secondaires

Les objectifs secondaires de cette étude étaient :

- la mise en évidence d'un bénéfice du PEP'C sur plusieurs paramètres hémodynamiques, métaboliques et respiratoires,
- la comparaison de ces résultats selon le sexe,
- l'évaluation de l'impact d'un traitement par β -bloquants sur ces mêmes paramètres.

4.1.3 Population étudiée

4.1.3.1 Sélection de l'échantillon

Les sujets éligibles pour cette étude ont été sélectionnés au sein des patients ayant participé à une prise en charge au sein du CERF de la Maison Médicale pour Personnes Âgées au GHRMSA, depuis sa création en 2008 jusqu'au 31/12/2017.

4.1.3.2 Critères d'inclusion

Ont été inclus dans notre étude les patients ayant participé au PEP'C au GHRMSA entre 2008 et 2017 :

- s'ils étaient âgés de 70 ans ou plus lors de leur participation au programme,
- s'ils participaient pour la première fois à un programme d'entraînement ou de remise en forme,
- s'ils avaient effectué l'ensemble des 18 séances du programme spécifique PEP'C selon le protocole décrit précédemment,
- s'ils avaient bénéficié d'une épreuve d'effort cardio-respiratoire avant la première séance et après la dernière séance du programme, sous réserve que cette EECR ait été réalisée au sein du CERF,
- s'ils n'avaient pas émis de refus après information écrite dispensée par courrier postal avant le début de l'étude (annexe 1).

4.1.3.3 Critères de non-inclusion

Les patients ayant bénéficié d'une modification du format de leur programme n'ont pas été inclus dans cette étude.

Les patients s'étant opposés à l'utilisation des données pour l'étude n'ont pas été inclus.

4.1.3.4 Description de la population étudiée

Les variables suivantes ont été relevées afin de caractériser la population de l'étude :

- Âge
- Sexe
- Principaux facteurs de risques cardiovasculaires, à savoir :
 - Hypertension artérielle
 - Dyslipidémies
 - Diabète : insulino-requérant ou non
 - Tabagisme : absence, actif, ou sevré
- Les antécédents de néoplasie maligne
 - Sein
 - Prostate
 - Poumon
 - Cancer colo-rectal
 - Voies aérodigestives supérieures (VADS)
 - Hémopathie
 - Autres
- Prise médicamenteuse :
 - Statines
 - Béta bloquants
- Paramètres morphologiques :

- Taille en mètres (m)
- Poids en kilogrammes (kg)
- Indice de Masse Corporelle (IMC) exprimé en kg/m²

- Modalité d'orientation au CERF :
 - Médecin traitant
 - Cardiologue
 - Bouche à oreille
 - Mutuelles
 - Autre

- Groupe socio-professionnel antérieur :

Selon la nomenclature PCS 2003 de l'INSEE

 - Groupe 1 : Agriculteurs exploitants
 - Groupe 2 : Artisans, commerçants et chefs d'entreprise
 - Groupe 3 : Cadres et professions intellectuelles supérieures
 - Groupe 4 : Professions intermédiaires
 - Groupe 5 : Employés
 - Groupe 6 : Ouvriers
 - Groupe 7 : Retraités
 - Groupe 8 : Autres personnes sans activité professionnelle

- Poursuite d'une activité au CERF après le PEP'C (PEP'C2)

4.1.4 Critères de jugement principal

Le critère de jugement principal de cette étude était la variation de l'intensité de survenue du premier seuil ventilatoire (SV1 ou seuil de transition aérobie-anaérobie). Cette variation était déterminée par la différence entre les valeurs finale ($SV1_f$) et initiale ($SV1_i$) de l'intensité du SV1.

4.1.5 Critères de jugement secondaires

4.1.5.1 Variation de la pression artérielle

Les valeurs de pression artérielle de repos étaient mesurées de façon automatisée par un brassard tensionnel directement relié au système de traitement informatique. Le recueil était fait pour tous les patients en position assise sur l'ergocycle avant le début de l'épreuve d'effort.

Les mesures de PA lors de l'effort étaient automatiques, au début de chaque palier d'intensité (soit toutes les minutes à une minute trente).

La variation de pression artérielle (systolique et diastolique) de repos correspondait à la différence des valeurs finale et initiale.

4.1.5.2 Variation de la fréquence cardiaque

La fréquence cardiaque (exprimée en battements/min ou bpm) était mesurée lors de l'épreuve d'effort en continu via le relevé électrocardiographique, relié directement au système de traitement informatique. La variation de fréquence cardiaque était exprimée comme la différence entre les valeurs finale et initiale. Le recueil a porté sur trois temps de l'épreuve d'effort :

- Au repos :

Elle est recueillie en position assise sur l'ergocycle avant le début de l'ECRE.

- Au seuil ventilatoire SV1

Comparaison des valeurs de la FC mesurées aux SV1_f et SV1_i,

- Au SV1 initial :

Comparaison des valeurs de FC au SV1_i avant et après programme.

4.1.5.3 Variation du Rate-Pressure Product

Le RPP est calculé à partir du produit de la pression artérielle systolique de repos et de la fréquence cardiaque de repos et est exprimé en bpm.mmHg. La variation du RPP de repos est obtenue par la différence des valeurs finale et initiale.

4.1.5.4 Variation de la VO₂ et de la VO₂ rapportée au poids

Ces valeurs correspondent à la consommation en oxygène et la consommation en oxygène rapportée au poids au SV1. La variation est obtenue par la différence des valeurs finale et initiale.

4.1.5.5 Variation du VEMS

Le VEMS est obtenu par une spirométrie réalisée avant l'épreuve d'effort. La variation est obtenue par la différence des valeurs finale et initiale.

4.1.5.5.1 Variation de la CVF

La CVF est obtenue par une spirométrie réalisée avant l'épreuve d'effort. La variation est obtenue par la différence des valeurs finale et initiale.

4.1.5.6 Influence du sexe

Comparaison des résultats des différentes variables sus-citées en fonction du sexe.

4.1.5.7 Impact des β -bloquants

Nous avons cherché à déterminer si la prise d'un traitement par β -bloquant modifiait l'évolution des paramètres métaboliques, hémodynamiques et respiratoires au décours du PEP'C comparativement aux patients naïfs de traitement par β -bloquant.

4.1.6 Recueil et analyse des données

4.1.6.1 Le dossier médical du CERF

Le dossier médical du patient pris en charge au CERF regroupait le compte rendu de CAPS (annexes 3-4-5), les courriers d'adressage des médecins généralistes ou spécialistes, les comptes-rendus (s'ils existent) médicaux pertinents (cardiologie, examens complémentaires), les documents relatifs au programme lui-même (ECRE initiale et finale, feuille de relevé des fréquences cardiaques des séances, fiche de synthèse du programme – annexes 2-5-6-7-8).

4.1.6.2 La consultation d'aptitude physique du senior

Chaque patient prenant contact avec le CERF bénéficiait avant toute autre prise en charge d'une CAPS, au cours de laquelle étaient recherchées les principales contre-indications, absolues ou relatives, à la participation au PEP'C.

Au cours de cette consultation était remplie une fiche d'information comportant :

- les renseignements administratifs concernant le patient : nom, prénom, âge et date de naissance, adresse,
- l'environnement social : profession actuelle ou antérieure,
- la prise en charge médicale : nom du médecin traitant, cardiologue et autres spécialistes,
- les antécédents médico-chirurgicaux du patient, ses traitements
- les antécédents sportifs et la pratique sportive actuelle,
- un examen clinique cardio-vasculaire, neurologique et ostéo-articulaire, avec relevé de la taille, poids, poids de forme, mesure de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque,
- la validation d'aptitude, les contre-indications relatives ou absolues à la participation au programme,
- la réalisation ou non d'une épreuve d'effort cardio-respiratoire initiale
- l'orientation vers les différents types de programme de réentraînement (PEP'C, endurance douce, mixte, renforcement musculaire/étirements).

4.1.6.3 **Le compte rendu des épreuves d'effort initiale et finale**

Il regroupait les données relatives aux différents paramètres cardiorespiratoires et hémodynamiques à savoir :

- l'intensité en Watts du seuil SV1,
- l'intensité maximale tolérée ou l'intensité à l'arrêt du test,
- la VO₂ et la VO₂ rapportée au poids,
- le VEMS et la CVF,
- la FC de repos et au SV1,
- la PA de repos et au SV1.

4.1.6.4 **Recueil des données**

L'ensemble des dossiers médicaux des patients âgés de 70 ans ou plus ayant bénéficié d'une prise en charge au CERF entre janvier 2008 et décembre 2017 a été analysé. Le recueil des données a été réalisé pour les patients répondant aux critères d'inclusion, à partir des fiches CAPS et des comptes-rendus des deux épreuves d'effort.

Les données des patients ont été anonymisées, n'étant identifiables que via un code attribué lors du recueil des données.

4.1.6.5 **Analyse statistique des données**

Les données ont été prétraitées et mises en forme avec Microsoft© Excel© 2010.

Les analyses descriptives et inférentielles ont été réalisées avec le logiciel R© (version 3.3.1) et les extensions rendues nécessaires par les tests choisis.

Le risque de première espèce α a été fixé à 5% pour l'ensemble des analyses.

4.1.6.5.1 Analyse univariée descriptive

Les variables quantitatives ont été décrites en effectif, moyenne, écart-type, quartiles et extrêmes.

Les variables qualitatives ont été décrites par leur valence, les effectifs de chaque modalité et leur proportion par rapport à l'effectif valide total (après exclusion des valeurs manquantes).

4.1.6.5.2 Analyse bivariée inférentielle

La comparaison entre une variable quantitative et une variable qualitative dichotomique a été effectuée par un *test t de Student* après vérification des conditions d'application, à savoir l'homoscédasticité des données (par un *test F d'égalité des variances*) et leur adéquation à la loi normale (par un *test de Shapiro-Wilk*). En cas de non-respect de l'hypothèse d'homoscédasticité mais de données normalement distribuées, un *test t de Welch* a été utilisé. Enfin, en cas de défaut de normalité des données, un *test non paramétrique U de Mann-Whitney* a été réalisé. Dans le cas de données appariées, les tests ont été adaptés avec la variante pour données appariées du *test t de Student* et, en si un test non-paramétrique est nécessaire, un *test des rangs signés de Wilcoxon* a été utilisé à la place du *test U de Mann-Whitney*.

La comparaison des deux groupes indépendants a été effectuée par le *test du χ^2 de Pearson d'indépendance* selon les conditions de Cochran. Si ces conditions n'étaient pas réunies, pour les échantillons de petite taille et dans le cas d'un tableau

de contingence à 2 x 2 cases, une *correction de continuité de Yates* a été appliquée. Dans le cas de non-respect des conditions de validité des tests précédents, un *test exact de Fisher* a été utilisé pour les variables dichotomiques.

Les analyses portant sur la comparaison d'une même variable chez un même individu à deux instants différents ont utilisé des tests appariés dans le respect de leurs conditions de validité.

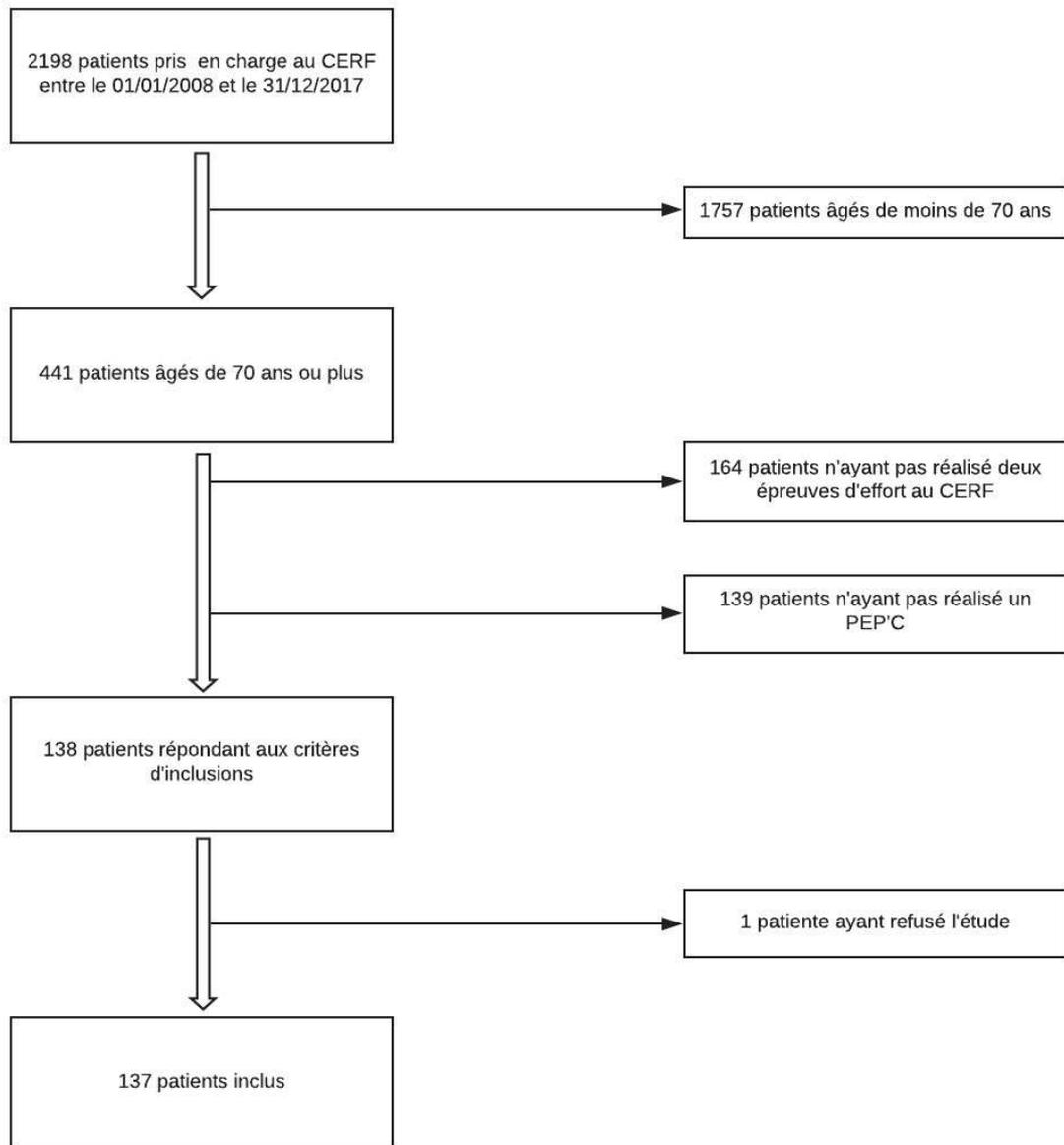
4.1.7 Autorisations

Cette étude de type MR4 a été déclarée à la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) sous le numéro 2212922 v 0.

4.2 Résultats de l'étude

Au total, 2198 patients ont bénéficié d'une prise en charge au CERF entre sa création en 2008 et le 31/12/2017.

Parmi ces 2198 patients, 441 patients étaient âgés de 70 ans ou plus. De ces 441 patients, 164 n'ont pas réalisé deux épreuves d'efforts au CERF et 139 n'ont pas participé au programme PEP'C, soit 303 sujets qui n'ont pas été retenus dans l'étude. 138 patients étaient éligibles à l'inclusion, 1 patiente ayant refusé de participer à l'étude. Ainsi, 137 patients ont finalement été inclus dans l'étude clinique (figure 12).

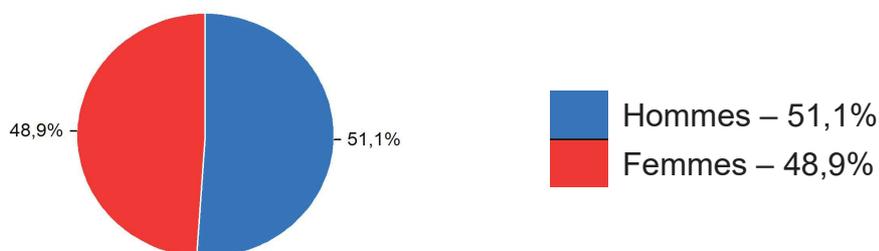
FIGURE 12 : Diagramme de flux de l'étude

4.2.1 Caractéristiques de l'échantillon

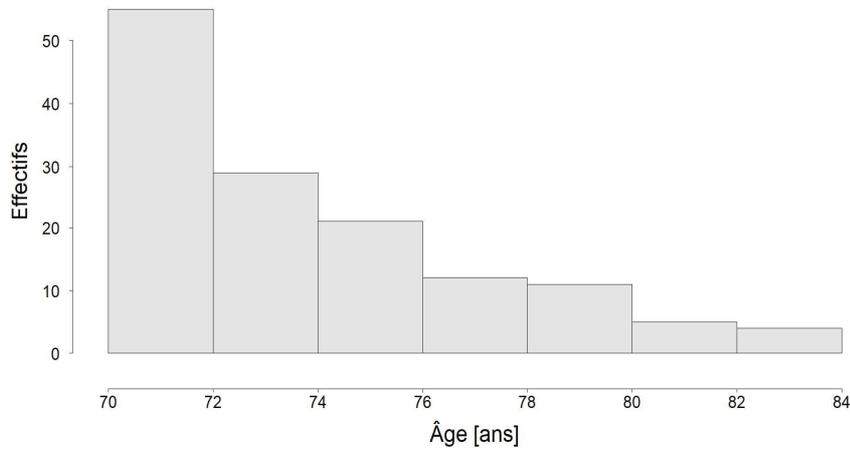
4.2.1.1 Données socio-démographiques

La population de notre étude comportait une majorité de patients de sexe masculin : 70 hommes (51,1%) pour 67 femmes (48,9%), soit une sex-ratio de 1,04. (Figure 13)

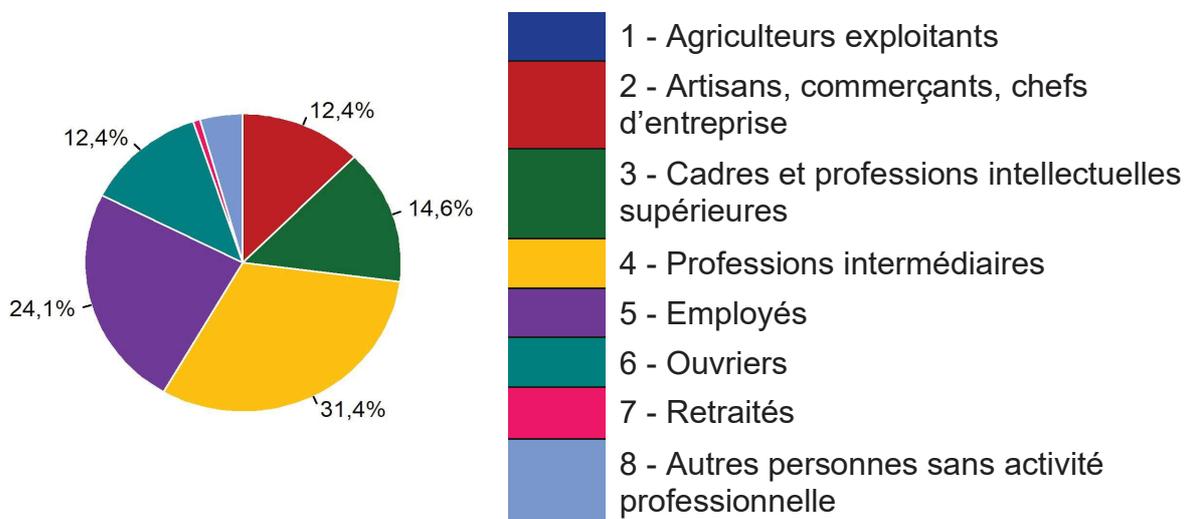
FIGURE 13 : Répartition des patients de l'étude selon le sexe



Les âges des patients étaient compris entre 70 et 84 ans, avec une moyenne de 74 ans (IC95% = [73,5 ; 74,7]). L'âge médian était de 73,0 ans. La répartition de l'effectif de l'étude est représentée par la figure 14. A noter que la classe d'âge 70-72 ans est la plus représentée.

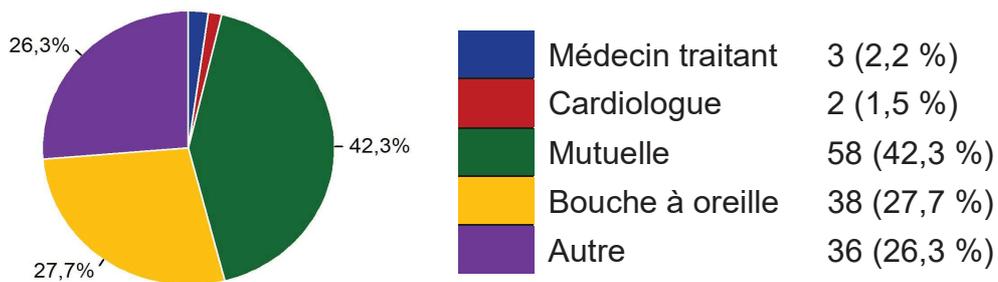
FIGURE 14 : Répartition des patients de l'étude par classe d'âge

De par leurs professions antérieures, les patients étaient issus en majorité des classes socio-professionnelles 4 et 5 (professions intermédiaires et employés), représentant respectivement 31,4% et 24,1% de l'échantillon (figure 15).

FIGURE 15 : Répartition des patients de l'étude selon leur profession antérieure

La majorité des patients de notre échantillon était adressée par l'intermédiaire de mutuelles ou par bouche à oreille (respectivement 42,3% et 27,7%). Seulement 2,2% étaient adressés par leur médecin traitant et 1,5% par leur cardiologue (figure 16).

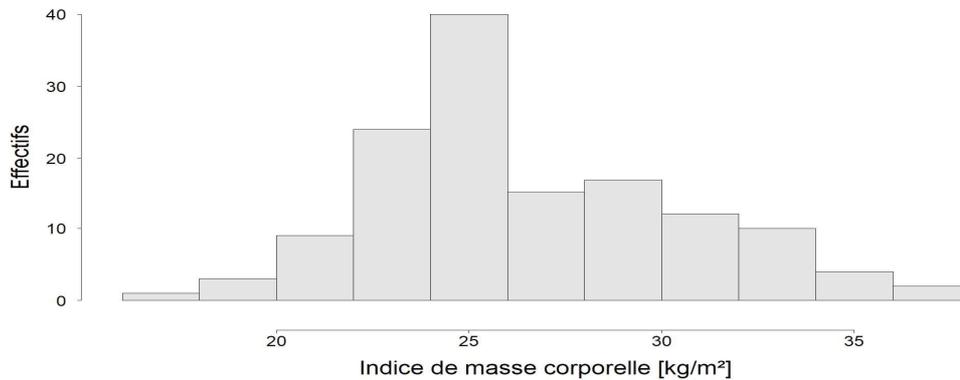
FIGURE 16 : Répartition des patients de l'étude selon l'adresseur



4.2.1.2 Données médicales

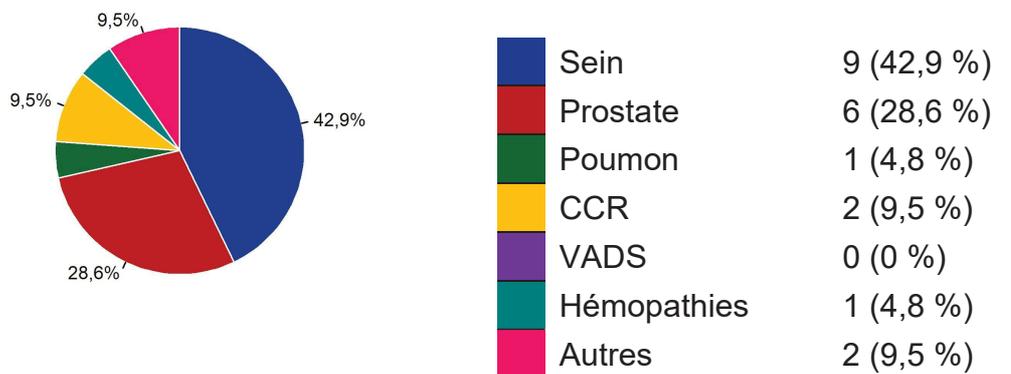
Sur le plan morphologique, notre échantillon répertoriait des patients dont l'IMC était compris entre 16,5 kg/m² et 37 kg/m².

La majorité des patients était en surpoids, avec une moyenne d'IMC de 26,5 kg/m² (IC95% [25,80 ; 27,17]), et une médiane de 25,7kg/m² (figure 17).

FIGURE 17 : Répartition des patients de l'étude selon leur IMC

Concernant les facteurs de risques cardiovasculaires, 45,3% des patients étaient atteints d'une hypertension artérielle, 21,9% d'une dyslipidémie et 13% d'un diabète (dont 22,2% insulino-requérant). Enfin, 29,9% des patients avaient un antécédent de tabagisme, actif dans 27,7% des cas.

Par ailleurs, 21 patients, soit 15,3% de l'échantillon avaient un antécédent de cancer, avec une prédominance franche pour les néoplasies mammaires (42,9%) et prostatiques (28,6%) (figure 18).

FIGURE 18 : Répartition des patients de l'étude selon l'antécédent et le type de cancer

Sur le plan thérapeutique, 28 patients (20,4%) étaient sous traitement par β -bloquant et 46 (33,6%) par statine.

Enfin, 57 patients (41,6%) ont poursuivi une activité physique au CERF sous la forme d'un PEP'C 2 avec séances de pédalage.

4.2.2 Analyse bivariée inférentielle

4.2.2.1 Critère de jugement principal

Notre étude a permis de mettre en évidence une variation de l'intensité du SV1 au cours du programme de réentraînement à l'effort, avec une augmentation absolue de 14W en moyenne (soit 27,1%). Cette variation est statistiquement significative ($U = 6,197 E+3$; $p < 0,0001$).

4.2.2.2 Critères de jugement secondaires

4.2.2.2.1 Variation de la pression artérielle de repos

- Pression artérielle systolique :

Nous n'avons pas mis en évidence de différence statistiquement significative sur la variation de PA systolique. Elle mettait cependant en évidence une tendance à la significativité avec une diminution de 4 mmHg en moyenne ($U = 8,361 E+3$; $p = 0,0719$).

- Pression artérielle diastolique :

Notre étude n'a pas permis de mettre en évidence de différence statistiquement significative sur la pression artérielle diastolique ($U = 8,251 E+3$; $p = 0,1384$).

4.2.2.2 Variation de la fréquence cardiaque

- Fréquence cardiaque de repos :

Notre étude ne retenait pas de différence statistiquement significative sur la variation de la FC de repos ($U = 1,036 E+4$; $p = 0,1381$).

- Fréquence cardiaque à l'effort :

L'analyse des données n'a pas retenu de différence statistiquement significative sur la variation de la FC à l'effort ($t = -1,5489$; $ddl = 272$; $p = 0,1226$).

- Fréquence cardiaque au seuil initial :

Il existait une différence statistiquement significative ($p = 0,0032$) sur la fréquence cardiaque au SV1_i, à savoir une diminution de 5 bpm en moyenne ($t = 2,9811$; $ddl = 245$).

4.2.2.3 Variation du Rate Pressure Product au repos

Notre étude a permis la mise en évidence d'une réduction statistiquement significative de la valeur du RPP au repos après le PEP'C. En moyenne, elle diminuait de 556 bpm.mmHg ($U = 8,607 E+3$; $p = 0,0246$)

4.2.2.2.4 Variation de la consommation en oxygène

Il n'a pas été mis de différence statistiquement significative sur la variation de la VO_2 . Il existait cependant une tendance à la significativité avec une augmentation de 0,100L/min en moyenne ($U = 8,129 E+3$; $p = 0,0556$).

4.2.2.2.5 Variation de la consommation en oxygène rapportée au poids

Le programme de réentraînement à l'effort a permis une augmentation significative de la VO_2 rapportée au poids, avec une augmentation moyenne de 1,4mL/min/kg ($U = 8,008 E+3$; $p = 0,0358$).

4.2.2.2.6 Variation du VEMS

La variation du VEMS n'a pas été significative lors du PEP'C (+ 0,06 L en moyenne ; $U = 9,005 E+3$; $p = 0,7085$)

4.2.2.2.7 Variation de la capacité vitale forcée

La variation de la CVF n'a pas été significative lors du PEP'C (+0,03 L en moyenne, $U = 9,114 E+3$; $p = 0,7568$).

TABLEAU 5 : Récapitulatif des résultats de l'analyse bivariée inférentielle

Δ du SV1	+14W	U = 6,197 E+3 ; p < 0,0001
Δ de la PAs	-4 mmHg	U = 8,361 E+3 ; p = 0,0719
Δ de la PAd	-2mmHg	U = 8,251 E+3 ; p = 0,1384
Δ de la FC de repos	-2bpm	U = 1,036 E+4 ; p = 0,1381
Δ de la FC d'effort	+3bpm	t = -1,5489 ; ddl = 272 ; p = 0,1226
Δ de la FC au SV1 _i	-5 bpm	t = 2,9811 ; ddl = 245 ; p = 0,0032
Δ du RPP	-556 bpm.mmHg	U = 8,607 E+3 ; p = 0,0246
Δ de la VO ₂	-0.100mL	U = 8,129 E+3 ; p = 0,0556
Δ de la VO ₂ /poids	1.4mL/min/kg	U = 8,008 E+3 ; p = 0,0358
Δ du VEMS	+0.06L	U = 9,005 E+3 ; p = 0,7085
Δ de la CVF	+0.03L	U = 9,114 E+3 ; p = 0,7568

Δ : variation ;  Significativité

4.2.2.3 Résultats en fonction du sexe

Notre étude a permis de mettre en évidence une variation relative de l'intensité du seuil plus importante chez les femmes que chez les hommes. Le seuil augmentait en moyenne de 31,4% (IC95% = [25,57 ; 37,29]) chez les femmes et de 23,0% en moyenne (IC95% = [19,0 ; 27,08]) chez les hommes. Cette différence était statistiquement significative (U = 1,795 E+3 ; p = 0,0177).

La différence d'intensité du SV1 initial entre homme et femme est statistiquement significative (U = 3,998 E+3 ; p < 0,0001) avec des intensités moyenne respectives de 78W et 51W.

De même, la différence d'intensité du SV1 final entre homme et femme est statistiquement significative ($U = 4,08 \text{ E}+3$; $p < 0,0001$) avec respectivement 94W et 64W.

4.2.2.4 **Résultats selon la prise de β -bloquants**

Il n'est pas mis en évidence de différence statistiquement significative sur la variation absolue ou relative de l'intensité du seuil SV1 selon la prise de β -bloquant.

Il existe une différence statistiquement significative sur la VO_2 initiale rapportée au poids ($U = 1,938 \text{ E}+3$; $p = 0,0281$) et sur la VO_2 finale rapportée au poids ($t = 2,197$; $ddl = 135$; $p = 0,0326$). Il n'est cependant pas mis en évidence de différence statistiquement significative sur la variation absolue ou relative de la VO_2 rapportée au poids.

Il existe une différence statistiquement significative sur la fréquence cardiaque au SV1 initial ($t = 4,1280$, $ddl = 135$, $p = 0,0001$) et final ($t = 3,365$, $ddl = 35,0$, $p = 0,0020$) entre les patients naïfs et ceux prenant des β -bloquants, mais cette différence n'a pas été mise en évidence sur la variation de FC.

5. Discussion

5.1 A propos des résultats de l'étude

Notre étude a permis de mettre en évidence un bénéfice du PEP'C sur l'endurance des sujets de 70 ans ou plus. Les résultats portant sur le critère de jugement principal, à savoir la variation d'intensité du SV1 au cours du programme, sont statistiquement significatifs, avec un gain de 14W, soit 27,1% en moyenne. Ces données sont en accord avec celles de la littérature, notamment les résultats mis en évidence aux Hôpitaux Universitaires de Strasbourg(30,70,71).

Il apparaît par ailleurs que cette augmentation soit plus importante chez les femmes que chez les hommes, et ce de façon significative (+31,5% en moyenne chez les femmes contre +23% en moyenne chez les hommes). Ces différences de réponse à l'exercice avaient déjà été mises en évidence dans plusieurs études (65). Une des hypothèses retenues serait que les hommes conserveraient plus longtemps une activité physique plus importante que les femmes(65). Si l'on s'intéresse aux résultats de notre étude, les valeurs absolues de SV1_i et SV1_f chez les hommes étaient plus élevées. Ainsi, malgré un gain en watts identique (14W), l'amélioration de l'intensité du SV1 en valeur relative est inférieure chez les hommes par rapport aux femmes. Ces résultats sont également en accord avec les données de Vogel et al(72).

La comparaison des valeurs de fréquence cardiaque aux intensités du seuil initial a permis de mettre en évidence une réduction significative avec une diminution de 5 bpm en moyenne, pour un travail à intensité égale en fin de programme. Ce

résultat contribue à mettre en évidence les bénéfices de l'activité physique sur les paramètres cardiovasculaires.

En ce qui concerne le recueil des données, les différents paramètres ont été retenus de la manière la plus standardisée possible, à savoir via l'utilisation des mêmes sources (fiche CAPS et compte rendu de la station d'ECRE). A noter que toutes les ECRE ont été réalisées sur le même ergocycle avec la même station d'ECRE. En ce qui concerne le critère de jugement principal il n'a été relevé aucune donnée manquante.

L'ensemble de ces résultats vient confirmer les données selon lesquelles les bénéfices d'une activité physique, plus particulièrement sur le plan de l'endurance, se retrouvent à tout âge.

La diminution du RPP signe quant à elle un effet bénéfique à la fois sur les capacités d'endurance mais également sur le plan cardiovasculaire, avec notamment une perte significative de 556 bpm.mmHg. En valeur absolue, les valeurs moyennes de RPP en post-programme sont de 9164 bpm.mmHg avec des valeurs extrêmes de 9509,5 bpm.mmHg contre 9720 bpm.mmHg et 10 104,9bpm.mmHg avant le programme. Si l'on considère des valeurs supérieures ou égales à 10 000 bpm.mmHg au repos comme facteurs favorisant d'ischémie myocardique/facteur de risque cardio-vasculaire (50), la participation au PEP'C a permis pour l'ensemble des patients de diminuer leurs risques de survenue d'évènement cardiovasculaire.

Enfin, sur le plan thérapeutique, il n'apparaît pas de différence significative pour les patients sous traitement β -bloquant. Ceci permet donc d'avancer l'hypothèse que même les patients traités par β -bloquants conservent leurs capacités de gain d'endurance.

Par ailleurs, l'exercice physique réalisé lors du PEP'C repose sur des intensités de travail autour du seuil SV1, soit à environ 60% de la VO_{2max} . Cet exercice d'endurance rentre donc dans les critères d'une activité physique d'intensité élevée. Le programme comportant deux séances de 36 minutes par semaine, il est conforme aux recommandations de l'OMS sur l'activité physique(55).

5.2 Limites de l'étude

L'étude menée était une cohorte rétrospective. Bien que les résultats mis en évidence soient significatifs, le caractère rétrospectif ne permet pas d'appréhender avec un niveau de preuve suffisant les données de l'analyse statistique. La réalisation d'une étude de cohorte prospective permettrait de mettre en évidence de façon plus fiable le bénéfice sur l'endurance du PEP'C.

Il existait dans notre étude un biais de sélection. Bien que le choix de sujets âgés de 70 ans ou plus ait eu vocation de s'intéresser à des populations plus fragiles, les patients participant au PEP'C étaient pour la plupart « *too good* ». Les patients moins « robustes » étaient quant à eux pris en charge sur des programmes alternatifs, notamment d'endurance douce ou d'endurance mixte. Qui plus est, la prise en charge était basée sur le volontariat et nécessitait que les patients puissent se déplacer seuls au CERF.

Le recrutement des patients s'effectue donc sur une population particulière, en bon voire très bon état général. Les patients les plus fragiles, donc davantage susceptibles de tirer un bénéfice du programme, sont moins représentés, ce qui réduit la représentativité des patients dits « gériatriques » dans l'étude. Les résultats sont donc difficilement extrapolables à l'ensemble de la population gériatrique.

En ce qui concerne les résultats en eux-mêmes, les gains d'intensité en valeur absolue sur le seuil SV1 semblent modérés. Cependant, comme précisé précédemment, il s'agit d'un gain pouvant permettre une meilleure adaptation aux efforts liés aux actes de la vie quotidienne.

L'évaluation de la qualité de vie et de l'autonomie fonctionnelle n'a pu être étudiée dans ce travail. Par ailleurs, les patients sont interrogés sur leur ressenti lors de la CAPS finale, mais en l'absence de standardisation des réponses subjectives données (notamment par une échelle de qualité), l'aspect relatif au bénéfice ressenti par les patients n'a pu être étudié. Toutefois, près de la moitié des patients (41.6%) a décidé de poursuivre une activité au sein du CERF, avançant l'idée qu'une prise en charge au CERF leur avait semblé bénéfique.

Les valeurs de PA à l'effort, correspondant pour notre étude à la valeur de PA obtenue lors du SV1, n'ont pu être retenues. En effet, la mesure de la PA réalisée à intervalles réguliers n'était pas nécessairement concomitante de la survenue du SV1. Par extension, le calcul du RPP d'effort ($FC \text{ effort} \times PA \text{ effort}$) n'a pas pu être réalisé.

A noter enfin l'absence de variation significative des paramètres respiratoires VEMS et CVF. Ces résultats sont en accord avec les données de la littérature, mettant déjà en évidence des résultats non significatifs concernant l'impact de l'activité physique sur les capacités respiratoires des sujets âgés. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer cette absence de variation : les modifications structurales et fonctionnelles pulmonaires liées à l'âge, des pathologies respiratoires sous-jacentes, etc. Ces données sur le plan respiratoire mériteraient d'être davantage explorées, avec des études prospectives menées spécifiquement en ce sens.

5.3 Perspectives

L'analyse des modes d'adressage des patients au CERF révèle la faible contribution des médecins généralistes et cardiologues. Le bouche-à-oreille reste le principal mode de diffusion du programme. L'impact auprès de nos confrères médecins reste, malgré des actions d'information, relativement restreinte.

Un travail d'information et promotion du CERF et du PEPC auprès des différents médecins impliqués dans la prise en charge des patients âgés (généralistes, cardiologues, gériatres, etc) pourrait permettre une meilleure connaissance du programme, de ses objectifs, bénéfices et limites.

La prise de conscience par les professionnels de santé de l'intérêt d'un tel programme implique une sensibilisation aux thématiques et prises en charge gériatriques. Celle-ci devrait se faire idéalement le plus tôt possible dans les études de médecine. En effet, avec le vieillissement de la population, toutes les spécialités médicales seront inmanquablement amenées à prendre en charge des patients âgés, voire très âgés, qu'ils soient robustes, fragiles, malades, ou polypathologiques. La sensibilisation à la thématique de la fragilité et de sa prévention devrait donc idéalement concerner chaque étudiant en médecine, quel que soit son exercice futur. L'enseignement de la gériatrie est par ailleurs en plein essor (avec notamment la création récente du Diplôme d'Etudes Spécialisées de gériatrie); les actions de prévention en vue du bien-vieillir s'intègrent donc parfaitement dans les missions du (futur) gériatre et méritent d'être valorisées en ce sens. Le PEP'C trouve donc toute sa place dans la prise en charge des patients âgés.

Conclusion

Le bien vieillir constitue un véritable enjeu de santé publique. Dans une société où le vieillissement est un phénomène d'une ampleur croissante, l'évolution vers la dépendance et la fragilité nécessite une attention toute particulière. Les progrès de la médecine et de l'hygiène ont permis, et permettent encore, de lutter contre les conséquences néfastes de la plupart des pathologies.

Mais le principal point d'intérêt demeure dans la prévention et l'anticipation des facteurs pouvant aggraver des situations de mauvais pronostic.

L'activité physique est un des points centraux d'une telle prise en charge. Les bénéfices du sport sont avérés à tout âge. Il apparaît que chez les sujets âgés, mais également très âgés, ces bienfaits sont également retrouvés. Qu'il s'agisse des avantages sur les fonctions cardio-vasculaires, respiratoires et musculaires, débiter une activité physique quel que soit l'âge et le niveau sportif actuel ou passé ne peut être que bénéfique.

Si certains patients peuvent être réticents, proposer une prise en charge médicalisée, encadrée, centrée sur les capacités de chacun permet d'obtenir une adhésion et une motivation supplémentaires. Par ailleurs, la performance sportive n'étant pas l'objectif principal du réentraînement pour nos patients, l'enjeu réside dans une hausse des capacités physiques permettant une meilleure endurance pour les actes de la vie quotidienne. La qualité de vie n'en sera qu'améliorée.

Nous avons cherché à déterminer les bénéfices sur l'endurance du PEP'C auprès des populations plus âgées (>70 ans) et donc potentiellement plus fragiles. Les résultats sont positifs, et surtout similaires à ceux obtenus pour des populations plus

jeunes. Il apparaît ainsi que la promotion de l'activité physique doit se faire à tout âge.

Il apparaît donc essentiel d'améliorer, de développer, et de relayer la promotion de l'activité physique, tant auprès des patients qu'auprès des différents professionnels de santé. Il n'est par ailleurs jamais trop tard pour débiter une activité physique, quelle qu'elle soit.

« Les graines d'un vieillissement en bonne santé se sèment tôt »

Kofi Annan

VU

Strasbourg, le 24/01/2020

Le président du Jury de Thèse

Professeur... THOMAS... VOGEL

VU et approuvé

Strasbourg, le 03 FEV 2020

Le Doyen de la Faculté de Médecine de Strasbourg

Professeur Jean SIBILIA



Professeur Thomas VOGEL
HOPITAUX UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG
Hôpital de la Robertsau
POLE DE GERIATRIE
67091 STRASBOURG Cedex

Abréviations et acronymes

ADL : Activities of Daily Living

ADN : Acide DésoxyriboNucléique

ADP : Adénosine Di-Phosphate

AGE : Advanced Glycation End-product

AP : Activité Physique

ATP : Adénosine Tri-Phosphate

ATP-PCr : Adénosine TriPhosphate - Phosphocréatine

AVC : Accident Vasculaire Cérébral

Ca²⁺ : Ions Calcium

CAMES : Centre Alsacien du Mieux Être des Senior

CAPS : Consultation d'Aptitude Physique du Senior

CERF : Centre d'Evaluation et de Remise en Forme

CNIL : Commission Nationale Informatique et Liberté

CO₂ : Dioxyde de Carbone

CPK : Créatine PhosphoKinase

CPT : Capacité Pulmonaire Totale

CRF : Capacité Résiduelle Fonctionnelle

CV : Capacité Vitale

CVF : Capacité Vitale Forcée

ECRE : Epreuve Cardio-Respiratoire d'Effort

ESC : European Society of Cardiology

FC : Fréquence Cardiaque

FCmax : Fréquence Cardiaque Maximale

FEVG : Fraction d'Ejection Ventriculaire Gauche

GH : Growth Hormon

GHRMSA : Groupe Hospitalier Régional Mulhouse Sud Alsace

H⁺ : Ion Hydrogène

HCO₃⁻ : Ion Bicarbonate

HSF : Heat Shock Protein

HTA : HyperTension Artérielle

HUS : Hôpitaux Universitaires de Strasbourg

IADL : Instrumental Activities of Daily Living

ICF : Indice Conjecturel de Fecondité

IGF-1 : Insulin Growth Factor – 1

IL-6 : InterLeukin – 6

IMC : Indice de Masse Corporelle

INED : Institut National d'Etudes Démographiques

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

IT : Interval Training

LEI : Limitante Elastique Interne

MEC : Matrice Extra-Cellulaire

MET : Metabolic Equivalent Task

MMPA : Maison Médicale pour Personnes Âgées

NAD : Nicotine-Adénine-Dinucléotide

NO : Monoxyde d'Azote

O₂ : Oxygène (Dioxygène)

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OP : Onde de Pouls

PA : Pression Artérielle

PAd : Pression Artérielle Diastolique

PAs : Pression Artérielle Systolique

PaCO₂ : Pression artérielle en CO₂

PaO₂ : Pression artérielle en O₂

PCr : PhosphoCréatine

PEP'C : Programme d'Endurance Personnalisé sur ergoCycle

PMA : Puissance Maximale Aérobie

PP : Pression artérielle Pulsée

Qc : Débit Cardiaque

ROS : Reactive Oxygen Species

RPP : Rate Pressure Product

SERCA : Sarco(Endo)plasmic Reticulum Ca_2^+ ATPase

SFGG : Société Française de Gériatrie et Gérontologie

SV1 : premier Seuil Ventilatoire ou seuil de transition aérobie-anaérobie

SV1_i : SV1 initial

SV1_f : SV1 final

SV2 : deuxième Seuil Ventilatoire

SWEET : Square Wave Endurance Exercise Test

TA : Tension Artérielle

URC : Unité de Recherche Clinique

VADS : Voies AéroDigestives Supérieures

VCO₂ : Production de Dioxyde de Carbone

VE : Débit Ventilatoire

VE/VCO₂ : Equivalent respiratoire en Dioxyde de Carbone

VE/VO₂ : Equivalent respiratoire en Oxygène

VEMS : Volume Expiratoire Maximal par Seconde

VES : Volume d'Ejection Systolique

VO₂ : Consommation en Oxygène

VO_{2max} : Consommation maximale en Oxygène

VOP : Vitesse de l'Onde de Pouls

VR : Volume Résiduel

VRE : Volume de Réserve Expiratoire

VRI : Volume de Réserve Inspiratoire

VTD : Volume TéléDiastolique

VTS : Volume TéléSystolique

Symboles

α : alpha

β : bêta

ddl : degré de liberté

IC95% : Intervalle de confiance à 95%

Références

1. Dagnet F. La population de la France : une croissance sans précédent depuis 1946. INSEE Première [Internet]. 1996;(444). Disponible sur: <https://www.epsilon.insee.fr/jspui/handle/1/888>
2. Blanpain N, Chardon O. Projections de population à l'horizon 2060 - Insee Première - 1320. INSEE Première [Internet]. 2010 [cité 17 nov 2019];(1320). Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1281151>
3. Blanpain N, Buisson G. Projections de population à l'horizon 2070 - Insee Première - 1619. INSEE Première [Internet]. 2016 [cité 17 nov 2019];(1619). Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2496228>
4. Papon S, Beaumel C. Bilan démographique 2018 - Insee Première - 1730. INSEE Première [Internet]. 2019 [cité 17 nov 2019];(1730). Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3692693>
5. Blanpain N, Buisson G. 21 000 centenaires en 2016 en France, 270 000 en 2070 ? - Insee Première - 1620. INSEE Première [Internet]. 2016 [cité 17 nov 2019];(1620). Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2496218>
6. Papon S. La mortalité infantile est stable depuis dix ans après des décennies de baisse - Insee Focus - 117. INSEE Focus [Internet]. 2018 [cité 17 nov 2019];(117). Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3560308>
7. Pison G. France 2004 : l'espérance de vie franchit le seuil de 80 ans. Population et Sociétés. 2005;(410):4.
8. Larbi K, Roy D. 4 millions de seniors seraient en perte d'autonomie en 2050 - Insee Première - 1767. INSEE Première [Internet]. 2019 [cité 17 nov 2019];(1767). Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4196949>
9. Steenman M, Lande G. Cardiac aging and heart disease in humans. Biophys Rev. 2017;9:131-7.
10. Dai D-F, Chen T, Johnson SC, Szeto H, Rabinovitch PS. Cardiac aging: from molecular mechanisms to significance in human health and disease. Antioxid Redox Signal. 2012;16:1492-526.
11. ASSAYAG P, DAVY J-M, FRIOCOURT P, PUEL J, BELMIN J, FIESSINGER J-N, et al. Traité de médecine cardiovasculaire du sujet âgé. Lavoisier MSP. 2007. (Traité).
12. Netgen. Effets du vieillissement sur le système cardiovasculaire : influence de l'activité physique [Internet]. Revue Médicale Suisse. [cité 17 nov 2019]. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/RMS/2002/RMS-2400/22364>
13. Ungvari Z, Tarantini S, Donato AJ, Galvan V, Csiszar A. Mechanisms of Vascular Aging. Circ Res. 2018;123:849-67.

14. Mikael L de R, Paiva AMG de, Gomes MM, Sousa ALL, Jardim PCBV, Vitorino PV de O, et al. Vascular Aging and Arterial Stiffness. *Arq Bras Cardiol.* 2017;109:253-8.
15. Benetos A, Rudnichi A, Safar M, Guize L. Pulse Pressure and Cardiovascular Mortality in Normotensive and Hypertensive Subjects. *Hypertension.* 1998;32:560-4.
16. Meaume S, Benetos A, Henry OF, Rudnichi A, Safar ME. Aortic Pulse Wave Velocity Predicts Cardiovascular Mortality in Subjects >70 Years of Age. *ATVB.* 2001;21:2046-50.
17. Bowdish DME. The Aging Lung: Is Lung Health Good Health for Older Adults? *Chest.* 2019;155:391-400.
18. Lowery EM, Brubaker AL, Kuhlmann E, Kovacs EJ. The aging lung. *Clin Interv Aging.* 2013;8:1489-96.
19. Janssens JP, Pache JC, Nicod LP. Physiological changes in respiratory function associated with ageing. *Eur Respir J.* 1999;13:197-205.
20. Tieland M, Trouwborst I, Clark BC. Skeletal muscle performance and ageing. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2018;9:3-19.
21. Cartee GD, Hepple RT, Bamman MM, Zierath JR. Exercise Promotes Healthy Aging of Skeletal Muscle. *Cell Metab.* 2016;23:1034-47.
22. Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol.* 2012;3:260.
23. Siparsky PN, Kirkendall DT, Garrett WE. Muscle changes in aging: understanding sarcopenia. *Sports Health.* 2014;6:36-40.
24. Bouchon J-P. 1+2+3 ou comment tenter d'être efficace en gériatrie ? *La revue du praticien.* 1984;(34):888-92.
25. Rolland Y, Benetos A, Gentric A, Ankri J, Blanchard F, Bonnefoy M, et al. [Frailty in older population: a brief position paper from the French society of geriatrics and gerontology]. *Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil.* 2011;9:387-90.
26. Bergman H, Ferrucci L, Guralnik J, Hogan DB, Hummel S, Karunanathan S, et al. Frailty: an emerging research and clinical paradigm--issues and controversies. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007;62:731-7.
27. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2001;56:M146-156.
28. Fried LP. Interventions for Human Frailty: Physical Activity as a Model. *Cold Spring Harb Perspect Med.* 2016;6.

29. Cesari M, Vellas B, Hsu F-C, Newman AB, Doss H, King AC, et al. A physical activity intervention to treat the frailty syndrome in older persons-results from the LIFE-P study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2015;70:216-22.
30. Lonsdorfer J, Bréchat P-H. *La Consultation de l'Aptitude Physique du Senior*. Presses de l'EHESP; 2010. (Hors collection).
31. Monod H, Flandrois R, Vandewalle H. *Physiologie du sport, bases physiologiques des activités physiques et sportives*. 6e édition. Elsevier Masson; 2014.
32. MASTOURI M. *Détection du premier seuil ventilatoire par un outil portable [Master STAPS]*. Université de Lorraine; 2016.
33. Ghosh AK. Anaerobic Threshold: Its Concept and Role in Endurance Sport. *Malays J Med Sci*. 2004;11:24-36.
34. Reybrouck T, Ghesquiere J, Weymans M, Amery A. Ventilatory threshold measurement to evaluate maximal endurance performance. *Int J Sports Med*. 1986;7:26-9.
35. Vago P, Mercier J, Ramonatxo M, Prefaut C. Is ventilatory anaerobic threshold a good index of endurance capacity? *Int J Sports Med*. 1987;8:190-5.
36. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol*. 1986;60:2020-7.
37. Wasserman K, Whipp BJ, Koysl SN, Beaver WL. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol*. 1973;35:236-43.
38. Okano AH, Altimari LR, Simões HG, Moraes AC de, Nakamura FY, Cyrino ES, et al. Comparison between anaerobic threshold determined by ventilatory variables and blood lactate response in cyclists. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2006;12:39-44.
39. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *The Lancet*. 2002;360:1903-13.
40. Mancia G, Rosei EA, Azizi M, Burnier M, Clement DL, Coca A, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. 2018;98.
41. Bulpitt CJ, Beckett NS, Cooke J, Dumitrascu DL, Gil-Extremera B, Nachev C, et al. Results of the pilot study for the Hypertension in the Very Elderly Trial. *J Hypertens*. 2003;21:2409-17.
42. Benetos A, Rudnichi A, Thomas F, Safar M, Guize L. Influence of heart rate on mortality in a French population: role of age, gender, and blood pressure. *Hypertension*. 1999;33:44-52.
43. Perret-Guillaume C, Joly L, Benetos A. Heart Rate as a Risk Factor for Cardiovascular Disease. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2009;52:6-10.
44. Reimers AK, Knapp G, Reimers C-D. Effects of Exercise on the Resting Heart Rate: A Systematic Review and Meta-Analysis of Interventional Studies. *J Clin Med [Internet]*.

2018 [cité 24 nov 2019];7. Disponible sur:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6306777/>

45. Huang G, Shi X, Davis-Brezette JA, Osness WH. Resting heart rate changes after endurance training in older adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37:1381-6.
46. ó Hartaigh B, Pahor M, Buford TW, Dodson JA, Forman DE, Gill TM. Physical activity and resting pulse rate in older adults: findings from a randomized controlled trial. *Am Heart J.* 2014;168:597-604.
47. Kitamura K, Jorgensen CR, Gobel FL, Taylor HL, Wang Y. Hemodynamic correlates of myocardial oxygen consumption during upright exercise. *Journal of Applied Physiology.* 1972;32:516-22.
48. Robinson Brian F. Relation of Heart Rate and Systolic Blood Pressure to the Onset of Pain in Angina Pectoris. *Circulation.* 1967;35:1073-83.
49. Omiya K, Itoh H, Harada N, Maeda T, Tajima A, Oikawa K, et al. Relationship between double product break point, lactate threshold, and ventilatory threshold in cardiac patients. *European journal of applied physiology.* 2004;91:224-9.
50. Sembulingam P, Ilango S. Rate Pressure Product as a Determinant of Physical Fitness in Normal Young Adults. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences.* 2015;14:8-12.
51. Deedwania PC, Nelson JR. Pathophysiology of silent myocardial ischemia during daily life. Hemodynamic evaluation by simultaneous electrocardiographic and blood pressure monitoring. *Circulation.* 1990;82:1296-304.
52. Wang A, Tao J, Guo X, Liu X, Luo Y, Liu X, et al. The Product of Resting Heart Rate Times Blood Pressure Is Associated with High Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity. *PLOS ONE.* 2014;9:e107852.
53. Wanderley F, Oliveira J, Mota J, Carvalho J. Six-minute walk distance (6MWD) is associated with body fat, systolic blood pressure, and rate-pressure product in community dwelling elderly subjects. *Archives of gerontology and geriatrics.* 2011;52:206-10.
54. ANSES - Agence nationale de sécurité sanitaire, alimentation, environnement, travail. Actualisation des repères du PNNS - Révisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 17 nov 2019]. Disponible sur:
<https://www.anses.fr/fr/content/actualisation-des-rep%C3%A8res-du-pnns-r%C3%A9visions-des-rep%C3%A8res-relatifs-%C3%A0-l%E2%80%99activit%C3%A9-physique-et-%C3%A0>
55. OMS - Organisation Mondiale de la Santé. OMS | L'activité physique des personnes âgées [Internet]. WHO. [cité 17 nov 2019]. Disponible sur:
https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_olderadults/fr/

56. Franco OH, Laet C de, Peeters A, Jonker J, Mackenbach J, Nusselder W. Effects of Physical Activity on Life Expectancy With Cardiovascular Disease. *Arch Intern Med*. 2005;165:2355-60.
57. Lee Chong Do, Folsom Aaron R., Blair Steven N. Physical Activity and Stroke Risk. *Stroke*. 2003;34:2475-81.
58. Vogel T, Brechat P-H, Leprêtre P-M, Kaltenbach G, Berthel M, Lonsdorfer J. Health benefits of physical activity in older patients: a review. *International Journal of Clinical Practice*. 2009;63:303-20.
59. Musich S, Wang SS, Hawkins K, Greame C. The Frequency and Health Benefits of Physical Activity for Older Adults. *Population Health Management*. 2017;20:199-207.
60. Haveman-Nies A, Groot L, Staveren W. Dietary quality, lifestyle factors and healthy ageing in Europe: The SENECA study. *Age and ageing*. 2003;32:427-34.
61. Gregg EW, Cauley JA, Stone K, Thompson TJ, Bauer D, Cummings SR, et al. Relationship of changes in physical activity and mortality among older women. *JAMA*. 2003;289:2379-86.
62. Haute Autorité de santé - Comité d'Expert. Promotion, consultation et prescription médicale d'activité physique et sportive pour la santé [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cité 17 nov 2019]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_2876862/fr/promotion-consultation-et-prescription-medicale-d-activite-physique-et-sportive-pour-la-sante
63. Foster VL, Hume GJE, Byrnes WC, Dickinson AL, Chatfield SJ. Endurance Training For Elderly Women: Moderate vs Low Intensity. *J Gerontol*. 1989;44:M184-8.
64. Hagberg JM, Graves JE, Limacher M, Woods DR, Leggett SH, Cononie C, et al. Cardiovascular responses of 70- to 79-yr-old men and women to exercise training. *J Appl Physiol*. 1989;66:2589-94.
65. Malbut K, Dinan S, Young A. Aerobic training in the « oldest old »: The effect of 24 weeks of training. *Age and ageing*. 2002;31:255-60.
66. Bouaziz W, Schmitt E, Kaltenbach G, Geny B, Vogel T. Health benefits of cycle ergometer training for older adults over 70: A review. *European Review of Aging and Physical Activity*. 2015;12:8.
67. Bouaziz W, Kanagaratnam L, Vogel T, Schmitt E, Dramé M, Kaltenbach G, et al. Effect of Aerobic Training on Peak Oxygen Uptake Among Seniors Aged 70 or Older: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Rejuvenation Res*. 2018;21:341-9.
68. Bouaziz W, Lang P-O, Schmitt E, Leprêtre P-M, Lefebvre F, Momas C, et al. Effects of a short-term interval aerobic training program with recovery bouts on vascular function in sedentary aged 70 or over: A randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr*. 2019;82:217-25.

69. Gimenez M, Servera E, Salinas W. Square-Wave Endurance Exercise Test (SWEET) for training and assessment in trained and untrained subjects: I. Description and cardiorespiratory responses. *Europ J Appl Physiol.* 1982;49(3):359-68.
70. Vogel T, Bréchat P-H, Lonsdorfer J. Consultation de l'aptitude physique du senior (CAPS) comprenant un programme court de reconditionnement en endurance : le programme d'endurance personnalisé sur cycle (PEP'C). Premiers résultats d'une étude pilote. *Science & Sports.* févr 2009;24(1):21-6.
71. Vogel T, Geny B, Lang PO, Schmitt E, Kaltenbach G, Lonsdorfer J. La consultation de l'aptitude physique pour la santé (CAPS) du pôle de gériatrie des hôpitaux universitaires de Strasbourg. *cah année gerontol.* 2013;5:285-92.
72. Vogel T, Leprêtre P-M, Brechat P-H, Lonsdorfer E, Benetos A, Kaltenbach G, et al. Effects of a short-term personalized intermittent work exercise program (IWEP) on maximal cardio-respiratory function and endurance parameters among healthy young and older seniors. *J Nutr Health Aging.* 2011;15:905-11.

Annexes

Annexe n°1 – Lettre d'information adressée aux patients éligibles pour l'étude

Document d'information pour les patients

«Apport du programme d'entraînement personnalisé sur ergocycle (PEPC) chez les patients de 70 ans ou plus. Retour sur l'expérience mulhousienne. Recherche sur données rétrospectives.»

Titre de l'étude : **PEP'C**

Nom du Promoteur : Groupe Hospitalier Région Mulhouse et Sud Alsace (GHRMSA)
Adresse du promoteur : 67 avenue d'Albirech, 68100 MULHOUSE

Madame, Monsieur,

Vous êtes venu(e) au CERF de Mulhouse (GHRMSA) pour suivre un programme personnalisé sur ergocycle PEP'C entre 2008 et 2017. Lors de votre venue, votre dossier médical a été renseigné et le Dr SCHNELL souhaiterait utiliser ces données médicales pour étudier les bienfaits du programme PEP'C sur les personnes de plus de 70 ans. Cette étude ne modifie pas votre prise en charge car elle réutiliserait les données déjà collectées dans le cadre de votre programme PEP'C.

Il est important de bien comprendre pourquoi cette étude est réalisée et ce qu'elle impliquera avant de vous prononcer sur l'utilisation de vos données. Ce document est destiné à vous expliciter les raisons de la réalisation de cette étude. Prenez le temps de lire attentivement toutes ces informations. Si vous vous y opposez, veuillez en informer le médecin coordonnateur qui devra en tenir compte. Ses coordonnées téléphoniques et postales sont reportées à la fin de ce document.

• Les objectifs de l'étude

Le bienfait de l'activité physique sur la santé n'est plus à prouver. Mais qu'en est-il de la personne âgée de 70 ans et plus ? Comme souvent en gériatrie, les données s'intéressant à l'activité physique des patients âgés de plus de 70 ans sont rares. Il existe cependant quelques études rapportant des résultats prometteurs quant à l'application d'un programme d'entraînement à l'effort dans ces populations. Les effectifs étudiés restent malgré tout limités, dans des conditions de prise en charge peu standardisées. Avec plusieurs centaines de patients âgés de plus de 55 ans prises en charge au CERF de Mulhouse chaque année depuis maintenant 10 ans se pose la question de l'impact du PEP'C sur les capacités d'endurance des patients de plus de 70 ans. Le but de cette étude est d'évaluer l'impact du programme sur l'endurance et l'aptitude physique des patients de plus de 70 ans ayant participé au PEP'C entre 2008 et 2017.

• Si vous ne vous opposez pas à l'utilisation de vos données médicales pour cette étude :

L'étude a lieu au GHRMSA. Elle concerne tous les patients de plus de 70 ans qui sont venus suivre un programme personnalisé sur ergocycle au CERF de Mulhouse (GHRMSA) entre 2008 et 2017. Cette étude ne modifie pas votre prise en charge. Le médecin reprendra votre dossier médical pour y relever les données déjà collectées dans le cadre du programme PEP'C : les données socio-économiques, les antécédents de cancer, les facteurs de risque cardiovasculaires, les variations avant et après le programme sur les variables hémodynamiques et respiratoires et le fait de prendre des médicaments bêta-bloquants ou non.

Calendrier de l'étude

Mars à Mai 2019 : Information donnée à tous les patients concernés par la recherche
Juin 2019 : Collecte des données médicales pour lesquelles il n'y a eu aucune opposition, et analyse

• Bénéfices et Contraintes

Cette étude ne vous apportera pas de bénéfices personnels. En revanche, elle permettrait de mettre en avant les bénéfices du programme PEP'C pour les personnes de 70 ans et plus. De plus, cette étude n'entraîne aucune contrainte supplémentaire, il ne vous sera pas demandé de revenir à l'hôpital spécifiquement pour l'étude.

• Droit de s'opposer à l'utilisation de vos données pour cette étude

Vous êtes entièrement libre de vous opposer à l'utilisation de vos données sans justification ni pénalité. Votre refus n'aura aucune conséquence sur votre prise en charge ultérieure. Par ailleurs, vous pourrez sur demande être tenu(e) informé(e) des résultats globaux de la recherche une fois que celle-ci sera achevée.

• Indemnisation

Vous ne serez pas rémunéré(e) pour participer à cette étude.

• Données de l'étude et confidentialité

Vos données, recueillies à partir de votre dossier médical, restent confidentielles. Les résultats de cette étude pourraient faire l'objet de présentations lors de congrès ou de publications ou être utilisées à des fins d'enseignement. Dans tous les cas, votre anonymat sera préservé. Toutefois, sachez que le GHRMSA, qui est le promoteur de l'étude, peut examiner et reproduire des pièces du dossier médical, pour vérifier que l'étude a été réalisée correctement, en restant tenu au secret professionnel.

Par ailleurs, conformément au Règlement Général de Protection des Données de l'Union Européenne n° 2016/679, nous avons demandé à la CNIL l'autorisation d'utiliser dans cette étude un fichier informatique. Les données vous concernant, uniquement celles qui sont nécessaires pour répondre à l'objectif de la recherche, feront l'objet d'un traitement informatique. Ces données resteront confidentielles, elles seront identifiées par un numéro de code et vos initiales. La durée de conservation de ces données est de 15 ans à compter de la fin de l'étude.

Ces renseignements seront uniquement communiqués au promoteur. En vertu de la loi Informatique et Libertés n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée, vous avez le droit d'accéder et de modifier ces données auprès du médecin chargé de cette étude.

• Contact

Si vous autorisez le médecin à utiliser vos données, vous n'avez aucune démarche à faire. Vous pouvez éventuellement le contacter pour lui confirmer votre accord en lui précisant le nom de l'étude, PEP'C. Pour exercer vos droits d'opposition (refus d'utilisation de vos données), vous pouvez contacter :

Médecin coordonnateur / service de gériatrie :

Dr. Cécile SCHNELL - Etude PEP'C - Tél. : 03.83.64.61.72
Maison Médicalisée pour Personnes âgées (MMPA)
GHRMSA - 5 rue du Dr Léon Mangeney
68100 MULHOUSE

Annexe n°2 – Courrier d'information adressé aux médecins



GROUPE HOSPITALIER DE LA RÉGION DE MULHOUSE ET SUD ALSACE
Maison Médicale pour Personnes Agées

CENTRE D'ENTRAÎNEMENT ET DE REMISE EN FORME
(CERF)

Secrétariat : 03 89 64 61 55 – Plateau technique : 03 89 64 63 80

**Pôle de Gériatrie
de Mulhouse**

Cher confrère,

Un programme de réentraînement physique est hautement bénéfique à tout âge pour des affections tels que cancer, diabète, obésité, ce qui est le cas de votre patient.

Pour ce faire, nous proposons une Consultation de l'Aptitude Physique pour la Santé (CAPS) avec évaluation cardio-respiratoire à l'effort, suivie d'un Programme d'Entraînement Personnalisé sur Ergocycle (PEP'C).

Sécurité sociale et mutuelles prennent en charge ce programme, mais pas le transport.

Si vous estimez que votre consultant peut en bénéficier, nous vous remercions de bien vouloir prescrire, pour respecter le parcours de soin de la sécurité sociale :

"Bilan d'Aptitude Physique et PEP'C si indication"

Un avis cardiologique peut s'avérer nécessaire chez des patients avec antécédents ou particulièrement déconditionnés.

Nous vous remercions très sincèrement pour votre intérêt et vous tiendrons informé des progrès obtenus.

Lors du bilan final des propositions seront faites pour la poursuite du réentraînement et le maintien des acquis.

Nous vous prions d'accepter, Cher Confrère, nos salutations les meilleures.

Annexe n°3 – Fiche CAPS

GROUPE HOSPITALIER DE LA REGION DE MULHOUSE ET SUD AL SACE
 Maison Médicale pour Personnes Agées
Centre d'Entraînement et de Remise en Forme (CERF)

CAP'S : Consultation d'Aptitude Physique pour la Santé

Nom : Prénom :
 Né(e) le : Age :
 Adresse :
 N° Tél. fixe : Portable :
 Médecin traitant : Cardiologue :
 Mutuelle : Profession :
 Mode de diffusion : Autres médecins :

Date :

Poids : Kg Taille : cm Poids de forme : kg
 TA : Pouls :

ANTECEDENTS MEDICAUX :

ANTECEDENTS CARDIOLOGIQUES :

TABAC : Non Oui : paquets/année

TRAITEMENT :

ANTECEDENTS SPORTIFS : Sédentaire Actif

EXAMEN :

- Cardio-vasculaire :
- Carotides :
- Pleuro-Pulmonaire :
- Neuro :

CONCLUSION

OUI / **NON** : orientation vers

PROGRAMME : - Réentraînement avec fractionné (PEP C/vrai)
 - Endurance douce (≤ 75 % FC max)
 - Travail 55 mn à faible intensité (obésité)
 - Travail musculo-articulaire sans effort cardio

ASSOCIE : - exercices d'équilibre
 - muscles abdo, quadriceps
 - autres :

CARDIO : - avis avant tout
 - non nécessaire
 - avis sans urgence
 - VO2 seuil après cardio
 - VO2 seuil d'emblée

PROGRAMME D'ATTENTE = rester aux environs de bpm (..... wats).

CONSULTATION FINALE LE :

→ Résultats objectifs :

→ Résultats subjectifs :

→ Poursuite :

Annexe n°4 – Fiche CAPS Annuelle



GRUPE HOSPITALIER DE LA RÉGION DE MULHOUSE ET SUD ALSACE
Maison Médicale pour Personnes Agées

Centre d'Evaluation et de Remise en Forme (CERF)

CAP'S annuelle : Consultation d'Aptitude Physique pour la Santé

Nom : Prénom :

Né(e) le : Age :

Date :

Poids : Kg Taille : cm

TA : Pouls :

EVENEMENTS MEDICAUX :

CHANGEMENT DE TRAITEMENT :

DERNIERE CONSULTATION CARDIOLOGIQUE (OU AUTRE) :

ACTIVITE PHYSIQUE : - AU PEP'C :
- EN DEHORS :

EXAMEN :

CONCLUSION

PEP'C 1 (programme complet)
VO2 uniquement

Poursuite en ALD
Poursuite en PEP'C 2

PROGRAMME : - Réentraînement avec fractionné (PEP'C vrai)
- Endurance douce (≤ 75 % FC max)
- Travail 55 mn à faible intensité (obésité)
- Travail musculo-articulaire sans effort cardio

CONSULTATION FINALE LE :

→ Résultats objectifs :

→ Résultats subjectifs :

→ Poursuite :

Annexe n°5 – Compte rendu de l'épreuve d'effort (ECRE)

 Biométrie	 Courbe DV	Mesuré	Théo.
Sexe: Masc.	Né(e) le: _____	Age (ans): 73	VEMS (l) 2.23 75
Taille (cm): 176	Poids (Kg): 85.0	SC (m²): 2.01	CVF (l) 3.43 88
Indication:			VEMS/ CVF (%) 65 88
Protocole:			DEM 25/75 (l.sec-1) 0.94 32
			DLC0/VA (**)

Période de mesure	Repos		Seuil		Pic VO2		Théo Max
Paramètres (unités)	Mesuré	Mesuré	% Pic Vo2	% Théo Max	Mesuré	% Théo Max	
<i>Dépense Métabolique</i>							
Puissance (w)	20	100	77	60	130	78	167
VO2 (l.min-1)	0.412	0.976	72	52	1.363	73	1.864
VO2 (l.min-1.kg-1)	4.8	11.5	72	58	16.0	81	19.8
VCO2 (l.min-1)	0.340	0.881	67		1.305		
R (VCO2/VO2)	0.83	0.90			0.96		> 1.1
<i>Paramètres Ventilatoires</i>							
VE BTPS (l.min-1)	16.9	32.4	75	38	43.3	55	78.1
Vt (l)	1.063	1.317	109	80	1.211	73	1.655
FR (c.min-1)	16	25			36		40-45
VE/VO2	41	33			32		25-35
VE/VCO2	50	37			33		20-30
VD/VT Estimé	0.35	0.25			0.22		0.2 +/- 0.07
VD/VT GSA							0.2 +/- 0.07
Réserve Ventilatoire					45		> 30%
<i>Paramètres Cardio-vasculaires</i>							
Fréquence Cardiaque (b.min-1)	78	102	89	69	115	78	147
Pouls d'O2 (ml.b.min-1)	5.3	9.6	81		11.8		
P.A. systolique (mmHg)	171	212			242		< 250
P.A. diastolique (mmHg)	85	72			76		< 90
<i>Hématose</i>							
PaO2 (mmHg)							85-95
PaCO2 (mmHg)							40
pH							Acidose
SaO2 (oxymètre) (%)							98 +/- 2
PAO2 (mmHg)							100-110
P(A-a)O2 (mmHg)							10-20
PetCO2 (mmHg)	31.9	36.4			37.4		38-42

Critère(s) d'arrêt:

Annexe n°6 – Fiche de relevé des fréquences cardiaques

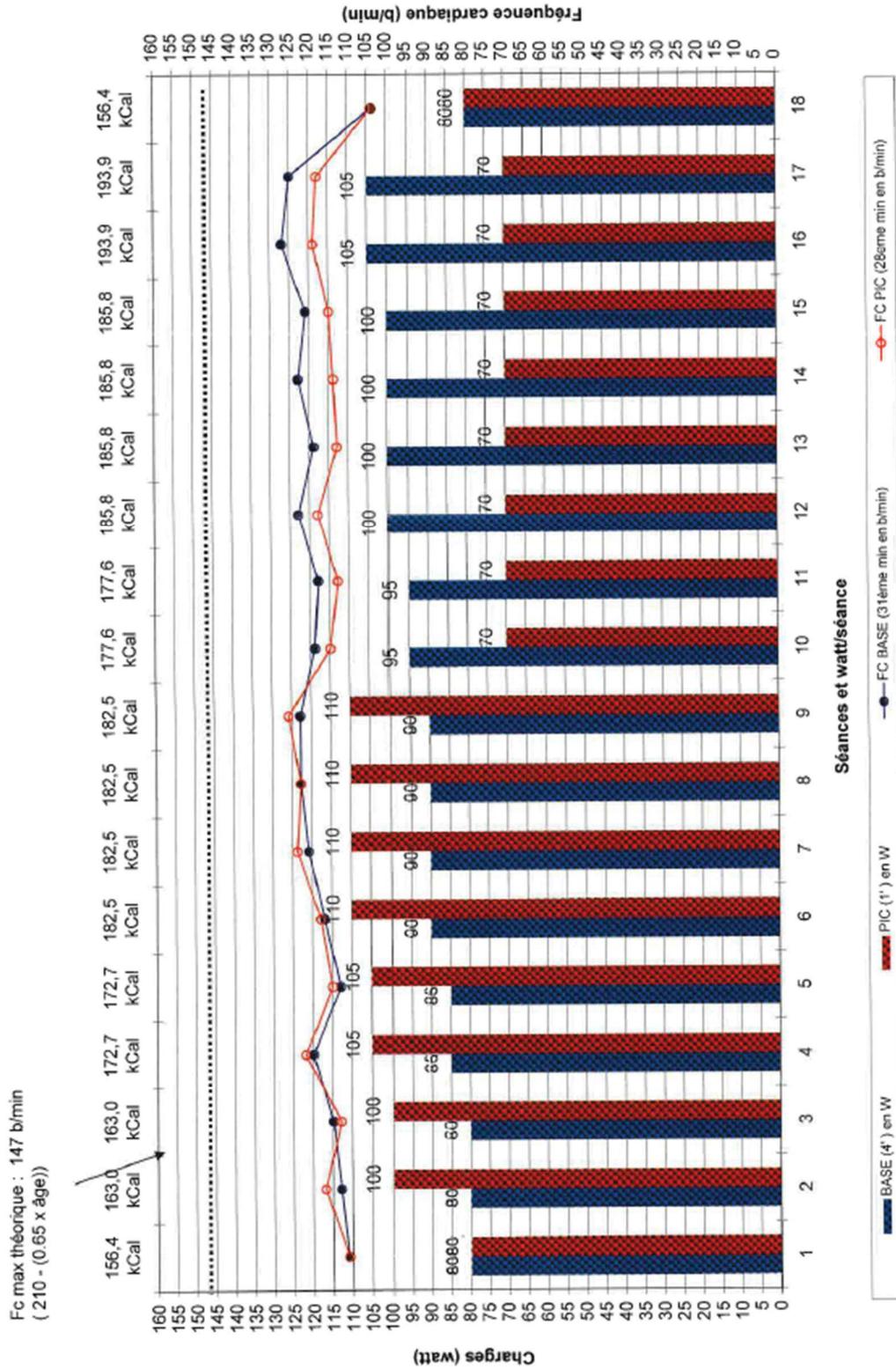
Nom : Prénom : Age :

Vélo n° PEP/C FC max T = b/min Max Mesurée = b/min PMT W

ALD
Selle trou n° PEP/C 2 et + FC Cible = b/min SV1 Mesurée = b/min SV1 W

MANUEL <input type="checkbox"/> START		Bb	HTA	Diab	BPCO	BORG	VO2
ED	F	Date	TA1	Date	TA1	Date	TA1
L	Wma	FC	Watts	FC	Watts	FC	Watts
Phase	Charges	FC	TA1	FC	TA1	FC	TA1
Tension Avant Effort		TA1	TA1	TA1	TA1	TA1	TA1
Echauffement	1						
	2						
	3						
Base	4						
	5						
	6						
Pic	7						
Base	8						
	9						
	10						
Pic	11						
Base	12						
	13						
	14						
Pic	15						
Base	16						
	17						
	18						
Pic	19						
Base	20						
	21						
	22						
Pic	23						
Base	24						
	25						
	26						
Pic	27						
Base	28						
	29						
	30						
Pic	31						
Base	32						
	33						
	34						
Tension Après Effort		TA2	TA2	TA2	TA2	TA2	TA2
Récupération active	35						
	36						
	37						
Tension Après Récup		TA3	TA3	TA3	TA3	TA3	TA3
		TA4	TA4	TA4	TA4	TA4	TA4
Tension Après 10'		TA4	TA4	TA4	TA4	TA4	TA4

Annexe n°7 – Fiche de synthèse des charges (W) et fréquence cardiaque (bpm)



Annexe n°8 – Courrier de synthèse du PEP'C



GROUPES HOSPITALIER DE LA RÉGION DE MULHOUSE ET SUD ALSACE
Maison Médicale pour Personnes Agées

CENTRE D'ÉVALUATION ET DE REMISE EN FORME

Mulhouse, le

Cher Confrère,

Chez **M.** né le ____, que vous avez bien voulu nous confier, voici les résultats obtenus après 18 séances de 36 minutes de réentraînement à l'endurance:

		Initial	Final	Gain
Valeurs maximales	VO2 max	ml/kg Sous-max	ml/kg Sous-max	
	Puissance Max Tolérée (PMT)	W Sous-max	W Sous-max	
	FC max mesurée	bpm Sous-max	bpm Sous-max	
Seuil d'endurance	Seuil	W	W	Gain global + W Soit %
	FC	bpm	bpm	
Endurance	Programme réalisé (progression)	W / W séance n°1	W / W séance n°17	Gain en charge + W Soit %
	Séance de référence	W / W séance n°1	W / W séance n°18	
	FC à la 31 ^{ème} mn	bpm	bpm	
Spirométrie	CVF	L	L	

Conclusion :

Charges proposées : W (4) / W (1)

Travailler en endurance autour de ____ battements/mn.

Il n'est pas conseillé de travailler au-delà de __ battements/mn (90% de la FMT).

Veillez recevoir, cher Confrère, nos salutations les meilleures.

Université
de Strasbourg



Faculté
de médecine

DECLARATION SUR L'HONNEUR

Nom : CHABBERT Prénom : Cécile

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

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

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

J'atteste sur l'honneur

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

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

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

Signature originale :


CHABBERT C.

A Rixheim, le 30.01.2020

Résumé :

Introduction : Le vieillissement de la population est une évolution inéluctable de notre société. Le bienfait de l'activité physique sur la santé n'est plus à prouver et se présente comme un outil indispensable dans le processus du « mieux vieillir ». Le Programme d'Entrainement Personnalisé sur ergoCycle (PEP'C) mis en place initialement aux Hôpitaux Universitaires de Strasbourg (HUS) puis développé au Centre d'Evaluation et de Remise en Forme (CERF) du pôle de Gériatrie du Groupe Hospitalier Régional de Mulhouse (GHRMSA) a permis une amélioration des capacités d'endurance de sujets âgés de 60 et plus. Notre étude porte plus spécifiquement sur les personnes âgées de 70 ans et plus.

Matériel et méthodes : cette étude de cohorte rétrospective monocentrique non interventionnelle cherchait à mettre en évidence le bénéfice du PEP'C chez les patients âgés de 70 ans et plus ayant bénéficié d'une prise en charge au CERF du GHRMSA de 2008 à 2017. Le critère de jugement principal reposait sur la variation de l'intensité de survenue du premier seuil ventilatoire au décours du programme ; les critères de jugement secondaires reposaient sur l'étude de la variation de divers paramètres métaboliques, hémodynamiques et respiratoires, la comparaison selon le sexe de ces résultats et l'évaluation de l'impact d'un traitement par β -bloquants sur ces paramètres.

Résultats : 137 patients ont été inclus dans l'étude. Nous avons mis en évidence un bénéfice significatif du PEP'C sur l'endurance chez les sujets de 70 ans et plus. Ces résultats sont également constatés sur la fréquence cardiaque d'effort, et sont significativement plus importants chez les femmes.

Discussion : Le bien vieillir constitue un véritable enjeu de santé publique. L'intérêt principal demeure dans la prévention et l'anticipation des facteurs pouvant aggraver des situations de mauvais pronostic. L'activité physique est un des points centraux d'une telle prise en charge. Il apparaît donc essentiel d'améliorer, de développer, et de relayer la promotion de l'activité physique.

Rubrique de classement : Médecine générale

Mots clés : Personnes âgées ; activité physique ; endurance ; PEP'C ; ergocycle ; seuil ventilatoire ; vieillissement ; gériatrie ; fragilité ; prévention ; médecine générale.

Président : Monsieur le Professeur Thomas VOGEL

Asseseurs : Monsieur le Professeur George KALTENBACH

Monsieur le Professeur Bernard GENY

Madame le Docteur Cécile SCHNELL-FROMENTIN

Adresse de l'auteur : Cédric CHABBERT

12 Rue des ormes

68170 RIXHEIM