

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

Année : 2020

N° : 285

THÈSE
PRÉSENTÉE POUR LE DIPLÔME DE
DOCTEUR DE MÉDECINE
Diplôme d'État
Mention DES de Médecine et Santé au Travail

PAR

Ludmilla, Édith MISNER-FOESSEL
Née le 16 Septembre 1992, à Mulhouse (68)

Titre de la Thèse

Analyse des facteurs de risque de contamination par le SARS-CoV-2 chez les cadres de santé
du CHU de Strasbourg

Enquête réalisée lors de la 1^{ère} vague épidémique en mars-mai 2020.

Président de thèse : Madame la Professeure Maria GONZALEZ
Directrice de thèse : Madame le Docteur Mariam ROMAN AKLADIOS



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

- **Président de l'Université** : M. DENEKEN Michel
- **Doyen de la Faculté** : M. SIBILIA Jean
- **Assesseur du Doyen (13.01.10 et 08.02.11)** : M. GOICHOT Bernard
- **Doyens honoraires :**
 - (1976-1983) : M. DORNER Marc
 - (1983-1989) : M. MANTZ Jean-Marie
 - (1989-1994) : M. VINCENDON Guy
 - (1994-2001) : M. GERLINGER Pierre
 - (2001-2011) : M. LUDÉS Bertrand
- **Chargé de mission auprès du Doyen** : M. VICENTE Gilbert
- **Responsable Administratif** : M. BITSCH Samuel

Edition OCTOBRE 2020
Année universitaire 2020-2021

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



A1 - PROFESSEUR TITULAIRE DU COLLEGE DE FRANCE

MANDEL Jean-Louis

Chaire "Génétique humaine" (à compter du 01.11.2003)

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

BAHRAM Séiamak
DOLLFUS Hélène

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

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

PO218

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
ADAM Philippe P0001	NRPô CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Hospitalisation des Urgences de Traumatologie / HP	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
AKLADIOS Cherif P0191	NRPô CS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique/ HP	54.03 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale Option : Gynécologie-Obstétrique
ANDRES Emmanuel P0002	RPô 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	NRPô NCS	• Pôle Tête et Cou-CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Haute-pierre	49.01 Neurologie
ARNAUD Laurent P0186	NRPô NCS	• Pôle MIRNED - Service de Rhumatologie / Hôpital de Haute-pierre	50.01 Rhumatologie
BACHELLIER Philippe P0004	RPô 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	NRPô 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	NRPô NCS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / Hôpital de Haute-pierre	54.03 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale Option : Gynécologie-Obstétrique
BAUMERT Thomas P0007	NRPô CS	• Pôle Hépatodigestif de l'Hôpital Civil - Institut de Recherche sur les Maladies virales et hépatiques / Faculté	52.01 Gastro-entérologie ; hépatologie Option : hépatologie
Mme BEAU-FALLER Michèle M0007 / P0170	NRPô NCS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.03 Biologie cellulaire (option biologique)
BEAUJEU Rémy P0008	NRPô CS	• Pôle d'Imagerie - CME / Activités transversales • Unité de Neuroradiologie interventionnelle / Hôpital de Haute-pierre	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
BECMEUR François P0009	NRPô NCS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie Pédiatrique / Hôpital Haute-pierre	54.02 Chirurgie infantile
BERNA Fabrice P0192	NRPô 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	RPô CS	• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie II / Hôpital Civil	49.03 Psychiatrie d'adultes
BIERRY Guillaume P0178	NRPô NCS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie II - Neuroradiologie-imagerie ostéoarticulaire-Pédiatrie / Hôpital Haute-pierre	43.02 Radiologie et Imagerie médicale (option clinique)
BILBAULT Pascal P0014	RPô CS	• Pôle d'Urgences / Réanimations médicales / CAP - Service des Urgences médico-chirurgicales Adultes / Hôpital de Haute-pierre	48.02 Réanimation ; Médecine d'urgence Option : médecine d'urgence
BLANC Frédéric P0213	NRPô NCS	• Pôle de Gériatrie - Service Evaluation - Gériatrie - Hôpital de la Robertsau	53.01 Médecine interne ; addictologie Option : gériatrie et biologie du vieillissement
BODIN Frédéric P0187	NRPô NCS	• Pôle de Chirurgie Maxillo-faciale, morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Plastique et maxillo-faciale / Hôpital Civil	50.04 Chirurgie Plastique, Reconstructrice et Esthétique ; Brûlologie
BONNEMAINS Laurent M0099 / P0215	NRPô NCS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie 1 - Hôpital de Haute-pierre	54.01 Pédiatrie
BONNOMET François P0017	NRPô CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Orthopédie-Traumatologie du Membre inférieur / HP	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
BOURCIER Tristan P0018	NRPô NCS	• Pôle de Spécialités médicales-Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil	55.02 Ophtalmologie
BOURGIN Patrice P0020	NRPô CS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie - Unité du Sommeil / Hôpital Civil	49.01 Neurologie
Mme BRIGAND Cécile P0022	NRPô 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 Haute-pierre 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 Plastique et Maxillo-faciale / HP	50.04 Option : chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique
Mme CAILLARD-OHLMANN Sophie P0171	NRP6 NCS	• Pôle de Spécialités médicales-Ophtalmologie / SMO - Service de Néphrologie-Transplantation / NHC	52.03 Néphrologie
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
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-Traumatologie du Membre supérieur / HP	42.01 Anatomie (option clinique, orthopédie traumatologique)
COLLANGE Olivier P0193	NRP6 NCS	• Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésiologie-Réanimation Chirurgicale / NHC	48.01 Anesthésiologie-Réanimation ; Médecine d'urgence (option Anesthésiologie-Réanimation - Type clinique)
CRIBIER Bernard P0045	NRP6 CS	• Pôle d'Urologie, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	50.03 Dermato-Vénérologie
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 CS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Centre d'Investigation Clinique (CIC) - AX5 / Hôpital de Hautepierre	49.01 Neurologie
DEBRY Christian P0049	RP6 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	RP6 NCS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / Hôpital de Hautepierre	54.03 Gynécologie-Obstétrique; gynécologie médicale: option gynécologie-obstétrique
DIEMUNSCH Pierre P0051	NRP6 NCS	• 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)
EHLLINGER Matthieu P0188	NRP6 NCS	• Pôle de l'Appareil Locomoteur - Service d'Orthopédie-Traumatologie du membre inférieur / 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 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie de la Main - SOS Main / Hôpital de Hautepierre	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
FAITOT François P0216	NRP6 NCS	• Pôle de Pathologie digestives, hépatiques et de la transplantation - Serv. de chirurgie générale, hépatique et endocrinienne et Transplantation / HP	53.02 Chirurgie générale
FALCOZ Pierre-Emmanuel P0052	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 / ICANS	47.01 Hématologie ; Transfusion Option : Hématologie
GALLIX Benoit P0214	NCS	• IHU - Institut Hospitalo-Universitaire - Hôpital Civil	43.02 Radiologie et imagerie médicale
GANGI Afshin P0062	RP6 CS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventionnelle / Nouvel Hôpital Civil	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
GAUCHER David P0063	NRP6 NCS	• Pôle des Spécialités Médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil	55.02 Ophtalmologie
GENY Bernard P0064	NRP6 CS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option biologique)
GEORG Yannick 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	NRP6 CS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Médecine interne et de nutrition / HP	54.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
Mme GONZALEZ Maria P0067	NRP6 CS	• Pôle de Santé publique et santé au travail - Service de Pathologie Professionnelle et Médecine du Travail / HC	46.02 Médecine et santé au travail Travail
GOTTENBERG Jacques-Eric P0068	NRP6 CS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital Hautepierre	50.01 Rhumatologie

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
HANNEDOUCHE Thierry P0071	NRP6 CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Néphrologie - Dialyse / Nouvel Hôpital Civil	52.03 Néphrologie
HANSMANN Yves P0072	RP6 NCS	• 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	NRP6 CS	• Pôle d'Oncolo-Hématologie - Service d'hématologie / ICANS	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 Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
ISNER-HOROBETI Marie-Eve P0189	RP6 CS	• 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 - Secteur Evaluation - Gériatrie / Hôpital de la Robertsau	53.01 Option : gériatrie et biologie du vieillissement
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
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 II - Neuroradio Ostéoarticulaire - Pédiatrie / HP	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
KUHN Pierre P0175	NRP6 CS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Néonatalogie et Réanimation néonatale (Pédiatrie II) / HP	54.01 Pédiatrie
KURTZ Jean-Emmanuel P0089	RP6 NCS	• Pôle d'Onc-Hématologie - Service d'hématologie / ICANS	47.02 Option : Cancérologie (clinique)
Mme LALANNE-TONGIO Laurence P0202	NRP6 CS	• 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
LAUGEL Vincent P0092	RP6 CS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie 1 / Hôpital Haute-pierre	54.01 Pédiatrie
Mme LEJAY Anne M0102 / P0217	NRP6 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale cardiovasculaire - Service de Chirurgie vasculaire et de Transplantation rénale / NHC	51.04 Option : Chirurgie vasculaire
LE MINOR Jean-Marie P0190	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
LESSINGER Jean-Marc P0	RP6 CS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie générale et spécialisée / LBGS / NHC - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / Hôp. de Haute-pierre	82.00 Sciences Biologiques de Pharmacie
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	RP6 NCS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie de la Main - SOS Main / Hôpital de Haute-pierre	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
MALOUF Gabriel P0203	NRP6 NCS	• Pôle d'Onc-hématologie - Service d'Oncologie médicale / ICANS	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie
MARK Manuel P0098	NRP6 NCS	• Pôle de Biologie - Département Génomique fonctionnelle et cancer / IGBMC	54.05 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique)
MARTIN Thierry P0099	NRP6 NCS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne et d'Immunologie Clinique / NHC	47.03 Immunologie (option clinique)
Mme MASCAUX Céline P0210	NRP6 NCS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil	51.01 Pneumologie ; Addictologie
Mme MATHÉLIN Carole P0101	NRP6 CS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Unité de Sénologie / ICANS	54.03 Gynécologie-Obstétrique ; Gynécologie Médicale

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
MAUVIEUX Laurent P0102	NRP6 CS	• Pôle d'Onco-Hématologie - Laboratoire d'Hématologie Biologique - Hôpital de Hautepierre - Institut d'Hématologie / Faculté de Médecine	47.01 Hématologie ; Transfusion Option Hématologie Biologique
MAZZUCOTELLI Jean-Philippe P0103	NRP6 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	RP6 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 CS	• 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 - Labo. de Neurobiologie et Pharmacologie cardio-vasculaire- EA7295 / Fac	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 NCS	• Pôle Hépatogastro-digestif de l'Hôpital Civil - Service de Chirurgie Viscérale et Digestive / NHC	52.02 Chirurgie digestive
NAMER Izzie Jacques P0112	NRP6 CS	• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
NOEL Georges P0114	NRP6 NCS	• Pôle d'Imagerie - Service de radiothérapie / ICANS	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option Radiothérapie biologique
NOLL Eric M0111 / P0218	NRP6 NCS	• Pôle d'Anesthésie Réanimation Chirurgicale SAMU-SMUR - Service Anesthésiologie et de Réanimation Chirurgicale - HP	48.01 Anesthésiologie-Réanimation
OHANA Mickael P0211	NRP6 NCS	• Pôle d'Imagerie - Serv. d'Imagerie B - Imagerie viscérale et cardio-vasculaire / NHC	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
OHLMANN Patrick P0115	RP6 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 Hautepierre	54.01 Pédiatrie
PELACCIA Thierry P0205	NRP6 NCS	• Pôle d'Anesthésie / Réanimation chirurgicales / SAMU-SMUR - Centre de formation et de recherche en pédagogie des sciences de la santé / Faculté	48.05 Réanimation ; Médecine d'urgence Option : Médecine d'urgences
Mme PERRETTA Silvana P0117	NRP6 NCS	• Pôle Hépatogastro-digestif de l'Hôpital Civil - Service de Chirurgie Viscérale et Digestive / Nouvel Hôpital Civil	52.02 Chirurgie digestive
PESSAUX Patrick P0118	NRP6 CS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie Viscérale et Digestive / Nouvel Hôpital Civil	52.02 Chirurgie Digestive
PETIT Thierry P0119	CDP	• ICANS - Département de médecine oncologique	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie Clinique
PIVOT Xavier P0206	NRP6 NCS	• ICANS - Département de médecine oncologique	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie Clinique
POTTECHER Julien P0181	NRP6 CS	• Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésie et de Réanimation Chirurgicale / Hôpital de Hautepierre	48.01 Anesthésiologie-réanimation ; Médecine d'urgence (option clinique)
PRADIGNAC Alain P0123	NRP6 NCS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Médecine interne et nutrition / HP	44.04 Nutrition
PROUST François P0182	NRP6 CS	• Pôle Tête et Cou - Service de Neurochirurgie / Hôpital de Hautepierre	49.02 Neurochirurgie
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 - Département Biologie du développement et cellules souches / IGBMC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
ROHR Serge P0128	NRP6 CS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
Mme ROSSIGNOL -BERNARD Sylvie P0196	NRP6 NCS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie I / Hôpital de Hautepierre	54.01 Pédiatrie
ROUL Gérard P0129	NRP6 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
Mme ROY Catherine P0140	NRP6 CS	• Pôle d'Imagerie - Serv. d'Imagerie B - Imagerie viscérale et cardio-vasculaire / NHC	43.02 Radiologie et imagerie médicale (opt clinique)

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

CU : Chef d'unité fonctionnelle

Pô : Pôle

Cons. : Consultanat hospitalier (poursuite des fonctions hospitalières jusqu'au 31.08.2018)

(1) En surnombre universitaire jusqu'au 31.08.2018

(5) En surnombre universitaire jusqu'au 31.08.2019

(6) En surnombre universitaire jusqu'au 31.08.2017

Cspi : Chef de service par intérim CSp : Chef de service provisoire (un an)

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

Dir : Directeur

(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

A4 - PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
CALVEL Laurent	NRP6 CS	• Pôle Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO Service de Soins palliatifs / NHC	46.05 Médecine palliative
HABERSETZER François	CS	• Pôle Hépato-digestif Service de Gastro-Entérologie - NHC	52.01 Gastro-Entérologie
MIYAZAKI Toru		• Pôle de Biologie Laboratoire d'Immunologie Biologique / HC	
SALVAT Eric	CS	• Pôle Tête-Cou Centre d'Evaluation et de Traitement de la Douleur / HP	

MO135	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 MO001		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et Médecine nucléaire
Mme ANTAL Maria Cristina MO003		• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Haute-pierre • Institut d'Histologie / Faculté de Médecine	42.02 Histologie, Embryologie et Cytogénétique (option biologique)
Mme ANTONI Delphine MO109		• Pôle d'Imagerie - Service de Radiothérapie / ICANS	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie
Mme Ayme-Dietrich Estelle MO117		• Pôle de Pharmacologie - Unité de Pharmacologie clinique / Faculté de Médecine	48.03 Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie Option : pharmacologie fondamentale
Mme BIANCALANA Valérie MO008		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic Génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique (option biologique)
BLONDET Cyrille MO091		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire (option clinique)
BOUSIGES Olivier MO092		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
Mme BUND Caroline MO129		• Pôle d'Imagerie - Service de médecine nucléaire et imagerie moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
CARAPITO Raphaël MO113		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil	47.03 Immunologie
CAZZATO Roberto MO118		• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventionnelle / NHC	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
Mme CEBULA Hélène MO124		• Pôle Tête-Cou - Service de Neurochirurgie / HP	49.02 Neurochirurgie
CERAILINE Jocelyn MO012		• Pôle de Biologie - Département de Biologie structurale Intégrative / IGBMC	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie (option biologique)
CHOQUET Philippe MO014		• Pôle d'Imagerie - UF6237 - Imagerie Préclinique / HP	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
COLLONGUES Nicolas MO016		• Pôle Tête et Cou-CETD - Centre d'Investigation Clinique / NHC et HP	49.01 Neurologie
DALI-YOUCHEF Ahmed Nassim MO017		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et Biologie moléculaire / NHC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
DELHORME Jean-Baptiste MO130		• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
DEVYS Didier MO019		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique (option biologique)
Mme DINKELACKER Véra MO131		• Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Haute-pierre	49.01 Neurologie
DOLLÉ Pascal MO021		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et biologie moléculaire / NHC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
Mme ENACHE Irina MO024		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / IGBMC	44.02 Physiologie
Mme FARRUGIA-JACAMON Audrey MO034		• 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 MO025	CS	• Pôle de Biologie - Labo. de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS et Faculté	45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
FOUCHER Jack MO027		• Institut de Physiologie / Faculté de Médecine • Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil	44.02 Physiologie (option clinique)
GANTNER Pierre MO132		• Pôle de Biologie - Laboratoire (Institut) de Virologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Bactériologie-Virologie ; Hygiène Hospitalière Option Bactériologie-Virologie biologique
GRILLON Antoine MO133		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté de Méd.	45.01 Option : Bactériologie -virologie (biologique)
GUERIN Eric MO032		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.03 Biologie cellulaire (option biologique)
GUFFROY Aurélien MO125		• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine interne et d'Immunologie clinique / NHC	47.03 Immunologie (option clinique)
Mme HARSAN-RASTEI Laura MO119		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
HUBELE Fabrice MO033		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS - Service de Biophysique et de Médecine Nucléaire / NHC	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
JEHL François MO035		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie -virologie (biologique)
KASTNER Philippe MO089		• Pôle de Biologie - Département Génomique fonctionnelle et cancer / IGBMC	47.04 Génétique (option biologique)

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
Mme KEMMEL Véronique M0036		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
KOCH Guillaume M0126		- Institut d'Anatomie Normale / Faculté de Médecine	42.01 Anatomie (Option clinique)
Mme KRASNY-PACINI Agata M0134		• Pôle de Médecine Physique et de Réadaptation - Institut Universitaire de Réadaptation / Clémenceau	49.05 Médecine Physique et Réadaptation
Mme LAMOUR Valérie M0040		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
Mme LANNES Béatrice M0041		• Institut d'Histologie / Faculté de Médecine • Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre	42.02 Histologie, Embryologie et Cytogénétique (option biologique)
LAVAUUX Thomas M0042		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.03 Biologie cellulaire
LENORMAND Cédric M0103		• Pôle de Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	50.03 Dermato-Vénéréologie
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
LUTZ Jean-Christophe M0046		• Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Plastique et Maxillo-faciale / Hôpital Civil	55.03 Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
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)
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
PAFF Alexander M0053		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS	45.02 Parasitologie et mycologie
Mme PITON Amélie M0094		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / NHC	47.04 Génétique (option biologique)
Mme PORTER Louise M0135		• Pôle de Biologie - Service de Génétique Médicale / Hôpital de Hautepierre	47.04 Génétique (type clinique)
PREVOST Gilles M0057		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie -virologie (biologique)
Mme RADOSAVLJEVIC Mirjana M0058		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil	47.03 Immunologie (option biologique)
Mme REIX Nathalie M0095		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et Biologie moléculaire / NHC - Service de Chirurgie / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
ROGUE Patrick (cf. A2) M0060		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie Générale et Spécialisée / NHC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire (option biologique)
Mme ROLLAND Delphine M0121		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Hématologie biologique / 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
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
SCHRAMM Frédéric M0068		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie -virologie (biologique)

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
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 Pédiatrique / 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)
VALLAT Laurent M0074	• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie 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 Joffrey M0077	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / HC	44.02	Physiologie (option clinique)

B2 - PROFESSEURS DES UNIVERSITES (monoappartenant)

Pr BONAHE Christian	P0166	Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine	72. Epistémologie - Histoire des sciences et des techniques
---------------------	-------	---	---

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

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 GUILLOU Philippe	M0089	Médecine générale (01.11.2013 au 31.08.2016)
Pr 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)

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

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

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

Dre BREITWILLER-DUMAS Claire		Médecine générale (01.09.2016 au 31.08.2019)
Dre GROS-BERTHOU Anne	M0109	Médecine générale (01.09.2015 au 31.08.2018)
Dre SANSELME Anne-Elisabeth		Médecine générale
Dr SCHMITT Yannick		Médecine générale

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

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

E - PRATICIENS HOSPITALIERS - CHEFS DE SERVICE NON UNIVERSITAIRES

Dr ASTRUC Dominique	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Réanimation pédiatrique spécialisée et de surveillance continue / Hôpital de Hautepierre
Dr DE MARCHI Martin	• Pôle Oncologie médico-chirurgicale et d'Hématologie - Service d'Oncologie Médicale / ICANS
Mme Dre GERARD Bénédicte	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic Génétique / Nouvel Hôpital Civil
Mme Dre GOURIEUX Bénédicte	• Pôle de Pharmacie-pharmacologie - Service de Pharmacie-Stérilisation / Nouvel Hôpital Civil
Dr KARCHER Patrick	• Pôle de Gériatrie - Service de Soins de suite de Longue Durée et d'hébergement gériatrique / EHPAD / Hôpital de la Robertsau
Mme Dre LALLEMAN Lucie	• Pôle Urgences - SAMU67 - Médecine Intensive et Réanimation - Permanence d'accès aux soins de santé - La Boussole (PASS)
Dr LEFEBVRE Nicolas	• Pôle de Spécialités Médicales - Ophtalmologie - Hygiène (SMO) - Service des Maladies Infectieuses et Tropicales / Nouvel Hôpital Civil
Mme Dre LICHTBLAU Isabelle	• Pôle de Biologie - Laboratoire de biologie de la reproduction / CMCO de Schiltigheim
Mme Dre MARTIN-HUNYADI Catherine	• Pôle de Gériatrie - Secteur Evaluation / Hôpital de la Robertsau
Dr NISAND Gabriel	• Pôle de Santé Publique et Santé au travail - Service de Santé Publique - DIM / Hôpital Civil
Mme Dre PETIT Flore	• Pôle de Spécialités Médicales - Ophtalmologie - Hygiène (SMO) - UCSA
Dr PIRRELLO Olivier	Pôle de Gynécologie et d'Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / CMCO
Dr REY David	• Pôle Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - «Le trait d'union» - Centre de soins de l'infection par le VIH / Nouvel Hôpital Civil
Mme Dre RONDE OUSTEAU Cécile	• Pôle Locomax - Service de Chirurgie Séptique / Hôpital de Hautepierre
Mme Dre RONGIERES Catherine	• Pôle de Gynécologie et d'Obstétrique - Centre Clinico Biologique d'AMP / CMCO
Dr TCHOMAKOV Dimitar	• Pôle Médico-Chirurgical de Pédiatrie - Service des Urgences Médico-Chirurgicales pédiatriques / Hôpital de Hautepierre
Mme Dre WEISS Anne	• Pôle Urgences - SAMU67 - Médecine Intensive et Réanimation - SAMU

F1 - PROFESSEURS ÉMÉRITES

- o **de droit et à vie** (*membre de l'Institut*)
CHAMBON Pierre (Biochimie et biologie moléculaire)
MANDEL Jean-Louis (Génétique et biologie moléculaire et cellulaire)
- o **pour trois ans (1er 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)
- o **pour trois ans (1er septembre 2020 au 31 août 2023)**
BELLOCQ Jean-Pierre (Service de Pathologie)
DANION Jean-Marie (Psychiatrie)
KEMPF Jean-François (Chirurgie orthopédique et de la main)
KOPFERSCHMITT Jacques (Urgences médico-chirurgicales Adultes)

F2 - PROFESSEUR des UNIVERSITES ASSOCIE (mi-temps)

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

F3 - PROFESSEURS CONVENTIONNÉS* DE L'UNIVERSITE

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

(* 4 années au maximum)

G1 - PROFESSEURS HONORAIRES

ADLOFF Michel (Chirurgie digestive) / 01.09.94	KURTZ Daniel (Neurologie) / 01.09.98
BABIN Serge (Orthopédie et Traumatologie) / 01.09.01	LANG Gabriel (Orthopédie et traumatologie) / 01.10.98
BAREISS Pierre (Cardiologie) / 01.09.12	LANG Jean-Marie (Hématologie clinique) / 01.09.11
BATZENSCHLAGER André (Anatomie Pathologique) / 01.10.95	LANGER Bruno (Gynécologie) / 01.11.19
BAUMANN René (Hépatogastro-entérologie) / 01.09.10	LEVY Jean-Marc (Pédiatrie) / 01.10.95
BERGERAT Jean-Pierre (Cancérologie) / 01.01.16	LONSDORFER Jean (Physiologie) / 01.09.10
BERTHEL Marc (Gériatrie) / 01.09.18	LUTZ Patrick (Pédiatrie) / 01.09.16
BIENTZ Michel (Hygiène Hospitalière) / 01.09.04	MAILLOT Claude (Anatomie normale) / 01.09.03
BLICKLE Jean-Frédéric (Médecine Interne) / 15.10.17	MAITRE Michel (Biochimie et biol. moléculaire) / 01.09.13
BLOCH Pierre (Radiologie) / 01.10.95	MANDEL Jean-Louis (Génétique) / 01.09.16
BOEHM-BURGER Nelly (Histologie) / 01.09.20	MANGIN Patrice (Médecine Légale) / 01.12.14
BOURJAT Pierre (Radiologie) / 01.09.03	MANTZ Jean-Marie (Réanimation médicale) / 01.10.94
BOUSQUET Pascal (Pharmacologie) / 01.09.19	MARESCAUX Christian (Neurologie) / 01.09.19
BRECHENMACHER Claude (Cardiologie) / 01.07.99	MARESCAUX Jacques (Chirurgie digestive) / 01.09.16
BRETTES Jean-Philippe (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.10	MARK Jean-Joseph (Biochimie et biologie cellulaire) / 01.09.99
BURGHARD Guy (Pneumologie) / 01.10.86	MESSER Jean (Pédiatrie) / 01.09.07
BURSZTEJN Claude (Pédopsychiatrie) / 01.09.18	MEYER Christian (Chirurgie générale) / 01.09.13
CANTINEAU Alain (Médecine et Santé au travail) / 01.09.15	MEYER Pierre (Biostatistiques, informatique méd.) / 01.09.10
CAZENAVE Jean-Pierre (Hématologie) / 01.09.15	MINCK Raymond (Bactériologie) / 01.10.93
CHAMPY Maxime (Stomatologie) / 01.10.95	MONTEIL Henri (Bactériologie) / 01.09.11
CHAUVIN Michel (Cardiologie) / 01.09.18	MORAND Georges (Chirurgie thoracique) / 01.09.09
CHELLY Jameleddine (Diagnostic génétique) / 01.09.20	MOSSARD Jean-Marie (Cardiologie) / 01.09.09
CINQUALBRE Jacques (Chirurgie générale) / 01.10.12	OUDET Pierre (Biologie cellulaire) / 01.09.13
CLAVERT Jean-Michel (Chirurgie infantile) / 31.10.16	PASQUALI Jean-Louis (Immunologie clinique) / 01.09.15
COLLARD Maurice (Neurologie) / 01.09.00	PATRIS Michel (Psychiatrie) / 01.09.15
CONRAUX Claude (Oto-Rhino-Laryngologie) / 01.09.98	Mme PAULI Gabrielle (Pneumologie) / 01.09.11
CONSTANTINESCO André (Biophysique et médecine nucléaire) / 01.09.11	PINGET Michel (Endocrinologie) / 01.09.19
DIETEMANN Jean-Louis (Radiologie) / 01.09.17	POTTECHER Thierry (Anesthésie-Réanimation) / 01.09.18
DOFFOEL Michel (Gastroentérologie) / 01.09.17	REYS Philippe (Chirurgie générale) / 01.09.98
DUCLOS Bernard (Hépatogastro-Hépatologie) / 01.09.19	RITTER Jean (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.02
DUPEYRON Jean-Pierre (Anesthésiologie-Réa.Chir.) / 01.09.13	RUMPLER Yves (Biol. développement) / 01.09.10
EISENMANN Bernard (Chirurgie cardio-vasculaire) / 01.04.10	SANDNER Guy (Physiologie) / 01.09.14
FABRE Michel (Cytologie et histologie) / 01.09.02	SAUDER Philippe (Réanimation médicale) / 01.09.20
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
GRUCKER 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	WIHLM Jean-Marie (Chirurgie thoracique) / 01.09.13
KREMER Michel / 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
KUNTZ Jean-Louis (Rhumatologie) / 01.09.08	
KUNTZMANN Francis (Gériatrie) / 01.09.07	

Légende des adresses :

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

HOPITAUX UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG (HUS) :

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

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

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

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

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

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

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

Monsieur Olivier DIVE, Conservateur

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

Serment d'Hippocrate

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

Admise 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.

Respectueuse et reconnaissante 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 restée fidèle à mes promesses. Que je sois couverte d'opprobre et méprisée de mes confrères si j'y manque.

Remerciements

À Madame la Professeure Maria GONZALEZ, présidente du jury,

Vous me faites l'honneur de présider cette thèse et je vous en suis infiniment reconnaissante. Je vous remercie pour le soutien que vous avez témoigné envers mon travail ainsi que durant mon internat. Veuillez trouver l'expression de ma très sincère considération et de ma profonde gratitude.

À Madame la Professeure Samira FAFI-KREMER,

Je vous remercie de me faire l'honneur de juger mon travail et de participer à mon jury de thèse.

À Monsieur le Professeur Emmanuel ANDRES,

Je vous remercie de l'estime que vous m'accordez en acceptant de juger cette thèse.

À Madame le Docteur Mariam ROMAN AKLADIOS, ma directrice de thèse,

Mariam, ces sept mois de stage à tes côtés ont été très formatifs et riches en émotion. Merci d'avoir accepté de diriger ce travail et pour tout le temps et la patience que tu m'as accordée à son élaboration. Et merci pour toute la bienveillance et la prévenance que tu m'as témoignée.

À notre **futur enfant**, qui m'a tenu compagnie durant toute la rédaction de ce travail et m'a donné tous les coups de pied nécessaires à sa bonne progression. Nous avons hâte de te rencontrer.

À **Simon**, l'amour de ma vie, qui me comble de bonheur et m'a épaulée chaque jour depuis ma 2^{ème} année de médecine. Je ne sais pas comment j'aurais mené cette aventure sans ton amour et ton soutien indéfectible et maintenant, le plus beau nous attend.

À **ma famille**,

À ma **mère**, pour son amour inconditionnel et tout ce que tu as fait pour moi.

À mon **père** et ma **grand-mère**, pour m'avoir permis d'en arriver là.

À **Marraine Édith, Tonton Philippe, mes cousins adorés Arnaud et Hugo, Florence, ma petite Ouvéa d'amour**, pour tous ces moments et ces vacances inoubliables avec vous. Même si vous êtes loin, pour moi c'est comme si on était toujours tous les trois entassés sur le petit radeau des animaux.

À **Mamy et Papy**.

À **Esther et Claude**, pour votre affection et le fait de m'avoir toujours fait me sentir chez moi.

À **Capucine et Marjolaine**, je suis tellement heureuse d'avoir enfin des sœurs.

À **mes amis, j'ai tellement de chance de tous vous avoir**,

À mes Bibiches, **Mano**, tu es une si précieuse amie depuis tout ce temps, quand je repense aux moments passés ensemble je n'en ai que des bons qui me reviennent et j'ai hâte de vivre les prochains. **Julie**, nos vacances et nos petites soirées qui défroquent tabernak me manquent terriblement. **Emma**, l'internat -et ma vie d'ailleurs- n'aurait pas eu la même saveur

sans toi, tu es quelqu'un d'extraordinaire et j'aimerais que tu t'en rendes compte plus souvent.

À **Hervé**, malgré mes multiples frasques dont tu as été victime en tant que mon voisin de chambre, tu as su me donner la chance d'être ton amie tout au long de ces 10 années. Et tu nous as amené Julie aussi !

À **Camille, Valentin et Félix**, ma Dream team, vous n' imaginez pas comme vous avez rendu mes années de fac inoubliables. Les années d'externat me manqueraient presque à cause de vous ! Vivement nos prochains moments ensemble, à manger du dessert à la gelée, faire du karaoké et passer la soirée sur une balancelle à boire des Irish.

À **Margot et Clément**, en plus de toute la joie et les fous rires, vous m'avez apporté beaucoup de sérénité dans ma vie de Moldue en scred.

À **Diane et Charles-Henri**, je tiens énormément à vous et merci d'être les amis que vous êtes.

À **Alicéa**, pour m'avoir permis de vivre ma meilleure vie au lycée et n'avoir aucun regrets, l'Atlantique nous sépare mais je n'oublie rien Kiki.

À **Antoine**, pour m'avoir entraîné au ski tous les samedis aux aurores, tu m'as appris la rigueur et le dépassement de soi, même si la plupart du temps tu aurais aussi mérité ce coup de taser.

À **Caroline**, ma coloc adorée, toutes ces soirées « Age Of » et télé-réalité (que je ne citerais pas dans ma thèse..) et tes tenues hautes en couleur me paraissent si loin mais pourtant si proches. Tu es une personne merveilleuse.

À **Cécilia, Stéphanie, Olivier et Marc-André**, comment vais-je finir cet internat sans vous ? Marc-André je te remercie pour l'aide précieuse que tu m'as apportée dans ce travail.

À tous ceux avec qui j'ai partagé de beaux moments durant ces années d'études, **Alina, Marion et Margaux** (les *teapots* !), **Diane R., Camille B., Amandine et Hicham**.

Table des matières

A. Introduction	- 24 -
I. Préambule	- 24 -
II. Présentation du SARS-CoV-2	- 25 -
1. Introduction.....	- 25 -
2. Présentation clinique de la COVID-19	- 26 -
3. Modes de transmission du virus.....	- 28 -
3.1. Généralités	- 28 -
3.2. Transmission par la respiration, la parole, la toux ou l'éternuement.....	- 32 -
3.2.1. Physiologie de la gouttelette.....	- 32 -
3.2.2. Granulométrie des particules respiratoires	- 33 -
3.2.3. Émission lors de la parole.....	- 35 -
3.2.4. Émission chez le sujet sain et malade	- 36 -
3.3. Transmission par le contact et les vecteurs passifs	- 37 -
3.4. Transmission aérienne	- 38 -
3.4.1. Généralités	- 38 -
3.4.2. Illustration de la transmission du SARS-CoV-1 et 2 par trois cas concrets.....	- 40 -
3.4.3. Rôle des systèmes de ventilation et de climatisation dans la transmission.....	- 47 -
3.5. Rôle des conditions environnementales dans la transmission	- 50 -
4. Facteurs déterminants la contamination par le SARS-CoV-2 en milieu de soins.....	- 52 -
4.1. Données épidémiologiques.....	- 52 -
4.2. Les équipements de protection individuelles, les gestes à risque et les facteurs de transmission en milieu de soin	- 53 -
5. Mesures de prévention de la transmission du SARS-CoV-2.....	- 56 -
5.1. Généralités	- 56 -
5.2. Mesures de prévention collective dans le cadre de la première vague épidémique en France-	57 -

5.3.	Mesures de protections individuelles : masques chirurgicaux et appareils de protection respiratoire (APR)	- 60 -
6.	<i>Revue chronologique des mesures sanitaires prises en France lors de la première vague épidémique</i>	- 63 -
III.	Première vague épidémique au CHU de Strasbourg	- 70 -
1.	<i>Éviction et quatorzaine pour les retours de zones à risques</i>	- 71 -
2.	<i>Gestion du personnel vulnérable</i>	- 71 -
3.	<i>Suivi téléphonique des agents contaminés par le SARS-CoV-2</i>	- 75 -
4.	<i>Étude exploitant les informations recueillies lors du suivi des agents contaminés</i>	- 78 -
IV.	Hypothèse	- 79 -
V.	Objectifs principaux et secondaires	- 79 -
1.	<i>Objectif principal</i>	- 79 -
2.	<i>Objectif secondaire</i>	- 79 -
B.	Étude	- 80 -
I.	Matériels et méthodes	- 80 -
1.	<i>Population concernée</i>	- 80 -
2.	<i>Critères d'inclusion</i>	- 80 -
3.	<i>Matériels de l'enquête</i>	- 81 -
4.	<i>Élaboration du questionnaire</i>	- 82 -
5.	<i>Durée de l'enquête</i>	- 83 -
6.	<i>Critères de jugement principal</i>	- 83 -
7.	<i>Analyses statistiques</i>	- 84 -
7.1.	Analyses descriptives	- 84 -
7.2.	Analyses inférentielles	- 84 -
II.	Résultats	- 84 -
1.	<i>Descriptif de la population d'étude</i>	- 84 -

2.	<i>Descriptif des critères d'évaluation</i>	- 87 -
2.1.	Facteurs professionnels	- 87 -
2.1.1.	Réalisation d'actes de soins	- 87 -
2.1.2.	Prévention : disponibilités et utilisation des EPI, gestes et mesures barrières	- 90 -
2.2.	Facteurs individuels	- 92 -
2.3.	Analyses statistiques sur les critères principaux de l'étude.....	- 93 -
III.	Discussion	- 95 -
IV.	Conclusion	- 106 -
D.	Annexes.....	- 110 -
E.	Bibliographie	- 120 -

Table des annexes

Annexe A : questionnaire utilisé pour l'étude.	- 110 -
Annexe B : contenu du mail adressé aux cadres soignants pour la participation au questionnaire.	- 117 -
Annexe C : recommandations de la SFMT du 10 mars 2020.....	- 118-
Annexe D : avis définitif du HCSP du 31 mars 2020, relatif à la prévention et à la prise en charge des patients à risque de formes graves de COVID-19.....	- 119 -

Tables des illustrations

Tableau 1 : facteurs affectants la transmission de pathologies via les aérosols, issu de l'article de Galton & al.(2011) (11)	- 31 -
Tableau 2 : Performances des masques chirurgicaux selon la norme NF EN 14683, (Recommandations Nationales de Prévention de la transmission croisée par voie respiratoire du SFH2) (1).....	- 62 -
Tableau 3 : Performances des APR selon la norme NF EN 149, (Recommandations Nationales de Prévention de la transmission croisée par voie respiratoire du SFH2) (8)	- 62 -
Tableau 4 : Caractéristiques démographiques et professionnelles de la population d'étude... - 86 -	
Tableau 5 : Effectifs et proportions de la réalisation des actes de soins	- 87 -
Tableau 6 : Effectifs et proportions concernant l'application des mesures de prévention - 91 -	
Tableau 7 : Effectifs et proportions des facteurs individuels de santé	- 92 -
Tableau 8 : Comparaison de la proportion de contaminés et non contaminés par rapport aux facteurs de risque de contamination à la Covid-19	- 94 -

Figure 1 : Répartition schématique des passagers du Boeing 737-300 de Hong-Kong à Pékin (Olsen, 2003) (22)	- 41 -
Figure 2 : Représentation schématique de la position des tables et de la direction du flux d'air de la climatisation du restaurant à Guangzhou (Lu, 2020) (21)	- 43 -
Figure 3 : Représentation schématique de la disposition des membres des familles dans le restaurant (Lu, 2020) (21)	- 43 -
Figure 4 : Répartition des passagers du bus 2, contenant le patient source (Shen, 2020)(23)..	- 45 -
Figure 5 : Principe de la VMC simple flux dans une maison.....	- 48 -
Figure 6 : Évolution des cas de Covid-19 aux HUS et dans le Bas-Rhin.....	- 70 -
Figure 7 : Répartition des types de tâches réalisées (%).....	- 89 -

Liste des abréviations

APR	Appareil de protection respiratoire
CDC	<i>Control of Disease Center</i>
ECDC	<i>European Control of Disease Center</i>
EPC	Équipement de protection collectif
EPI	Équipement de protection individuel
HCSP	Haut Conseil de Santé Publique
HR	Humidité relative
HUS	Hôpitaux Universitaires de Strasbourg
IPA	Index de pollution de l'air
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
SF2H	Société Française d'Hygiène Hospitalière
SFMT	Société Française de Médecine du Travail
SHA	Solution hydro-alcoolique
SSTPH	Service de Santé au Travail du Personnel Hospitalier
UF	Unité Fonctionnelle

A. Introduction

I. Préambule

À son arrivée en France, l'épidémie de la COVID-19 a frappé prioritairement et majoritairement le Grand-Est, notamment en lien avec le cluster de Mulhouse. Les HUS ont donc été rapidement et fortement impactés.

Il a été dénombré environ 800 agents (6,5%) contaminés par le SARS-CoV-2 aux HUS, et une étude du Service de Santé au Travail du personnel hospitalier (SSTPH) portant sur les différentes catégories professionnelles a mis en évidence une prévalence de 10% dans le groupe des cadres soignants, sur un total de 220 cadres soignants aux HUS.

Cette catégorie étant *a priori* peu exposée au risque biologique, puisque davantage affectée à des tâches administratives et managériales, nous nous sommes posé la question de savoir si des facteurs de risques professionnels ou individuels pourraient expliquer cette prévalence.

Nous verrons en introduction les points clés de la transmission du virus et l'impact en milieu de soins ainsi que les mesures de prévention existantes. Grâce à cette revue des données bibliographiques, nous avons extrait sept facteurs d'intérêt qui nous serviront à analyser un lien éventuel avec un sur-risque de contamination dans notre population. Ces facteurs sont les suivants : l'ancienneté au poste, le type de service fréquenté, le temps de travail quotidien, la réalisation de soins auprès des patients, la disponibilité des EPI, le respect des mesures barrières et la présence de comorbidité.

Dans le premier temps de notre étude, nous avons mené une étude rétrospective auprès des cadres de santé par le biais d'un auto-questionnaire portant sur les habitudes professionnelles et certains facteurs individuels durant la première vague épidémique, de mars à mai 2020. Cette étude vient compléter les données issues du suivi du personnel ayant présenté un épisode infectieux compatible avec la Covid-19 réalisé par le SSTPH. Dans un second temps nous avons réalisé des analyses statistiques sur les sept facteurs d'intérêt choisis, afin de rechercher un lien avec un potentiel sur-risque de contamination.

Le but est de nous permettre d'identifier de potentiels facteurs de risque de contamination, afin d'améliorer nos connaissances et les mesures de prévention dans un contexte de crise sanitaire comme celle que nous traversons.

II. Présentation du SARS-CoV-2

1. Introduction

Le 9 janvier 2020, il a été identifié l'émergence d'un nouveau coronavirus (d'abord appelé 2019-nCoV puis officiellement SARS-CoV-2) après que les autorités sanitaires chinoises ont informé l'Organisation mondiale de la santé (OMS) dès le 31 décembre 2019. Le SARS-CoV-2 a émergé chez l'homme fin 2019 à Wuhan. Il s'agit d'un virus de chauve-souris qui s'est adapté à l'Homme. Il est très proche au niveau virologique du SARS-CoV.

Il s'agit d'une maladie infectieuse émergente, pathogène sur le plan respiratoire chez l'homme et nommée la Covid-19 (pour *Coronavirus Disease*).

Le 11 mars 2020, l'OMS déclare l'état de pandémie pour la Covid-19.

L'évolution des données scientifiques sur la présentation clinique, le risque de transmission du SARS-CoV-2, le niveau et la durée de protection des anticorps anti-SARS-CoV-2 lorsqu'ils sont détectés, ont été à l'origine de multiples adaptations des recommandations concernant l'aspect thérapeutique et la prévention. Cette modification constante des repères a rendu difficile la mise en place de conduites à tenir pertinentes et stables dans le temps aux acteurs médicaux de première ligne. Il en a été de même au niveau des organisations sanitaires.

2. Présentation clinique de la COVID-19

La durée d'incubation du SARS-CoV-2 est en moyenne de 5,1 jours, même si elle peut s'étendre de 2 à 14 jours (1).

La présentation initiale classique est une fièvre d'intensité moyenne (38 à 39°C) associée à des symptômes de la sphère oto-rhino-laryngée et respiratoire comme une toux sèche, une anosmie et une agueusie.

La symptomatologie peut évoluer vers une forme grave avec une dyspnée pouvant aller jusqu'à l'insuffisance respiratoire nécessitant une assistance respiratoire et une prise en charge en réanimation. L'évolution et le pronostic de l'infection au COVID-19 est souvent imprévisible mais semble influencée par l'âge et les comorbidités (2). Elle peut être létale.

Le tableau clinique peut s'étendre également à d'autres systèmes comme l'appareil digestif, avec des diarrhées, nausées et vomissements.

Une atteinte neurologique est possible, comme pour les autres coronavirus, avec un tropisme du virus au niveau du tronc cérébral. Les études supposent d'ailleurs que les symptômes ORL à type d'anosmie et d'agueusie seraient plutôt d'origine neurologique (3). Il a également été décrit des symptômes plus ou moins spécifiques tels que des myopathies, des accidents vasculaires cérébraux, des maux de tête ou encore des vertiges.

Enfin, d'autres symptômes tels que des myalgies, arthralgies, congestion nasale, frissons sans fièvre ont été observés (2).

La majorité de ces symptômes étaient plus fréquents en dehors des premières séries qui ont plutôt décrit la triade toux, dyspnée, fièvre (4).

Selon le HCSP (5), les signes cliniques d'orientation diagnostique du Covid-19 sont :

- « - *En population générale, la survenue brutale de : asthénie inexpliquée ; myalgies inexpliquées ; céphalées en dehors d'une pathologie migraineuse connue ; anosmie ou hyposmie sans rhinite associée ; agueusie ou dysgueusie ;*
- *Chez les personnes âgées de 80 ans ou plus, la survenue brutale et inexpliquée de : altération de l'état général ; chutes répétées ; apparition ou aggravation de troubles cognitifs ; syndrome confusionnel ; diarrhée ; décompensation d'une pathologie antérieure.*
- *Chez les enfants : tous les signes sus-cités en population générale ; altération de l'état général ; diarrhée ; fièvre isolée chez l'enfant de moins de 3 mois.*
- *Chez les patients en situation d'urgence ou de réanimation : troubles du rythme cardiaque récents ; atteintes myocardiques aiguës ; évènement thromboembolique grave. »*

Au-delà du tableau clinique, des anomalies biologiques et radiologiques ont également été observées.

Sur le plan biologique, une grande étude de cohorte chinoise (2) rapporte une lymphocytopénie (chez 83% des patients), une thrombocytopénie (36%) et une leucopénie (34%). Fréquemment la protéine C réactive était majorée (61%) ainsi que les D-dimères (47%).

Sur le plan radiologique, sur tomodensitométrie thoracique, il a été observé des opacités bilatérales périphériques et basales en verre dépoli, une condensation ou les deux (6).

Enfin, il est important de noter que l'infection peut s'exprimer sur un mode asymptomatique, tout en étant contagieuse (7).

3. Modes de transmission du virus

3.1. Généralités

D'un point de vue épidémiologique, la principale voie de transmission des maladies infectieuses est la voie aérienne. Pour introduire cette partie, il paraît intéressant de faire un point sur ce mode de transmission. Classiquement la transmission interhumaine de virus respiratoires se fait par le biais de l'expiration de gouttelettes plus ou moins fines issues de sécrétions respiratoires, la transmission est dite « air » ou « gouttelettes » mais elle peut également se faire par une transmission dite « contact » par voie manuportée (8).

L'émission de ces gouttelettes se fait lors de la respiration, la parole, la toux, l'éternuement ou encore les vomissements.

Il est tout d'abord nécessaire de considérer la classification granulométrique des particules émises par les sécrétions respiratoires, elles sont de deux types et définies par l'OMS :

- Les « grosses » gouttelettes, qui vont sédimenter ou s'agréger, dont la taille est comprise entre 5 μm et 100 μm . Il s'agit de la transmission dite « gouttelette » en milieu de soins. De plus grosses tailles, elles sont connues pour être classiquement projetées sur une distance courte, suivant un trajet balistique, mais la distance communément considérée de moins de 1 mètre serait discutée puisqu'il a été démontré que certaines particules de diamètre compris entre 6 et 10 μm pouvaient rester en suspension plusieurs heures et se déposer à des hauteurs de 3 mètres (9,10). Toutefois, la sédimentation reste plus rapide que pour les microgouttelettes, et est proportionnelle à leur taille. Le mécanisme de contamination se fait principalement par le dépôt de la gouttelette sur une muqueuse (les conjonctives oculaires, les voies aériennes supérieures ou la bouche).
- Les « fines » gouttelettes, qui vont se déshydrater, subir la dessiccation et s'évaporer, constituant des résidus de gouttelettes nommés « noyaux de condensation » ou « *droplet nuclei* » ou « microgouttelettes », qui présentent une taille inférieure à 5 μm . Elles forment ce qu'on appelle classiquement les aérosols. Il s'agit de la transmission dite « air » en milieu de soins. Ces microgouttelettes resteront en suspension dans l'atmosphère beaucoup plus longtemps que les gouttelettes et pourront se transmettre sur de plus longues distances sans qu'il n'y ait nécessairement notion de contact, selon les mouvements d'air. La transmission se fait par l'inhalation de cet aérosol dans une pièce contaminée (même en l'absence du cas source par exemple).

La granulométrie va permettre de conditionner la prévention, par le choix de mesures et d'équipements de protection collectifs et individuels adaptés.

Au-delà de la granulométrie, les conditions atmosphériques, représentées par certains facteurs physico-chimiques, jouent également un rôle dans la dispersion des particules. Les paramètres trajectoire, distance et vitesse sont influencés par :

- La direction du flux d'air portant et la force résistive de l'air, c'est-à-dire la viscosité, qui dépendent de la température et du degré hygrométrique ;
- Les rayonnements ultra-violets ainsi que les agressions chimiques ;
- La force gravitationnelle, c'est à dire le poids de la particule.

Plus la taille de la particule est importante, moins la distance parcourue sera longue et plus la vitesse de chute sera grande.

Dans une revue de la littérature de 2011 réalisée par Galton et al., il est expliqué que la probabilité de la propagation d'une infection est directement liée à quatre points : les manifestations cliniques de la maladie, le site de l'infection, la présence d'un pathogène et enfin le type de pathogène (11).

Tableau 1 : facteurs affectants la transmission de pathologies via les aérosols, issu de l'article de Gralton & al.(2011) (11)

Table 1 Factors affecting disease transmission via aerosolised modes.	
Factors	Effect
Type of respiratory activity	Different activities (for example breathing, coughing, sneezing, talking) produce different numbers and sizes of particles
Frequency of respiratory activity	Frequent activities associated with clinical disease are more likely to spread pathogen
Number of particles generated	Activities that atomize more particles are more likely to spread pathogen
Site of infection	Activities that generate aerosols from the infected region of the respiratory tract are likely to propagate disease
Pathogen load	Sufficient pathogen load must be present in expelled particles to establish infection in a susceptible individual.
Pathogen type	The size of the pathogen may determine the size and infectivity of expelled particles.

Les manifestations cliniques de la maladie prennent en compte différents facteurs tels que la fréquence expiratoire induite par les différentes activités respiratoires (respirer, parler, tousser, éternuer), le nombre des particules émises par ces activités ainsi que la charge virale et la taille de ces particules. Le site de l'infection doit être proche de la zone de formation des particules afin que ces dernières puissent se charger en pathogène. La présence du pathogène pour induire la maladie est évidemment nécessaire et enfin on considère le type de pathogène, notamment en ce qui concerne sa taille et son cycle de vie.

Pour illustrer ce dernier point, on a l'exemple de certaines bactéries ou champignons qui sont trop gros et vont induire la rupture de la particule en plus petites particules lors de l'émission, ne permettant pas une concentration en pathogène assez importante pour être contaminante.

En ce qui concerne la COVID-19, le virus est retrouvé sous sa forme contaminante dans les voies aériennes des cas, y compris les cas asymptomatiques.

Il est retrouvé en quantité importante dans les selles (12,13), mais est difficile à isoler et le potentiel infectieux est difficilement évaluable. Dans le sang, de l'ARN de SARS-CoV-2 a été retrouvé à des titres très faibles chez 4 de 7500 donneurs asymptomatiques dans une étude

rétrospective dans le cadre d'une collecte de sang (14). Aucun cas de contamination par ce mode n'a été décrit. Enfin, en ce qui concerne les autres produits biologiques comme les larmes dans le cadre d'une conjonctivite (15,16) ou les urines (17,18) chez des patients où le SARS-CoV-2 a été détecté, de l'ARN a été retrouvé avec même de rares cas de présence de virus infectieux, mais aucun cas de transmission n'a été documenté.

Les données tendent à démontrer que le SARS-CoV-2 se transmet principalement par la voie dite « gouttelettes » (avec des particules qui auraient une taille comprise entre 5 et 10 μm). Concrètement, la transmission interhumaine se fait lorsqu'une personne contaminée parle, tousse ou éternue, et de ce fait émet des gouttelettes de sécrétions respiratoires contenant le virus. Ces gouttelettes contaminées vont entrer en contact avec les muqueuses respiratoires ou conjonctivales d'une autre personne et potentiellement l'infecter. Elles peuvent également se déposer sur une surface ou un objet, et contaminer une personne par manuportage (des mains à la bouche, au nez ou aux yeux, sans qu'il y ait passage par les voies aériennes) (19). D'autres études cependant mettent en avant une possible sous-estimation de la transmission par voie aérienne (12,13,20–27).

Nous allons faire un tour d'horizon des différents vecteurs de la transmission possible.

3.2. Transmission par la respiration, la parole, la toux ou l'éternuement

C'est le mode de transmission principal reconnu dans le cadre de la pandémie Covid-19.

3.2.1. Physiologie de la gouttelette

Lors de la respiration, de la parole, de la toux ou de l'éternuement, il est appliqué, par le biais de mouvements des cordes vocales et de vibrations du larynx, des forces de cisaillement sur

la couche de mucus qui tapisse l'arbre respiratoire. À ceci s'ajoute l'inspiration de l'air, qui va induire la rupture de la tension de surface du film fluide dans les bronchioles qui vont générer des gouttelettes lors de l'expiration (28). Des gouttelettes peuvent également être produites au niveau de la cavité buccale lors de la parole (29).

Dans sa revue générale concernant la possibilité d'une transmission par la voie aérienne du SARS-CoV-2 (27), le Professeur Gehanno donne la composition d'une gouttelette : « *Chez le sujet sain, l'air expiré contient des particules solides, liquides et mixtes provenant des constituants de la surface et de la paroi des muqueuses respiratoires des voies aériennes supérieures, mais aussi de la zone de conduction intrathoracique et du poumon profond (mucus, surfactant, cellules desquamées, débris cellulaires, particules exogènes provenant de la pollution atmosphérique, et micro-organismes ou fragments de micro-organismes intra ou extracellulaires).* »

Il serait possible d'influer l'émission de bioaérosol, c'est ce que suggère une étude de 2004. L'inhalation d'un aérosol de sérum physiologique par nébulisation modifie la structure du film liquidien tapissant des voies aériennes, notamment la tension de surface et permettrait de réduire l'émission de bioaérosol contaminé chez les patients malades. A l'inverse, l'administration en nébulisation d'un surfactant pulmonaire amplifierait l'expiration de bioaérosol (30).

3.2.2. Granulométrie des particules respiratoires

La taille des particules va varier selon l'importance du mouvement des cordes vocales et des vibrations du larynx (28,31,32):

- De manière générale, une personne en bonne santé peut émettre des particules de taille comprise entre 0,01 et 500 μm et une personne malade entre 0,05 et 500 μm (11) ;
- Lors de la respiration ou de la parole, les particules émises ont généralement un diamètre inférieur à 5 μm avec une moyenne de seulement 1 μm (microgouttelettes) ;
- Il y a davantage de particules émises si la parole utilise les cordes vocales, que s'il s'agit d'un chuchotement (33) et le diamètre des particules augmente de manière croissante selon que la respiration soit nasale, buccale ou provoquée par la toux (31) ;
- Lors de la toux ou de l'éternuement, de plus larges particules vont être émises en plus des microgouttelettes, visibles à l'œil nu, d'un diamètre supérieur à 5 μm et en moyenne d'un diamètre de 50 μm (gouttelettes).

Selon les données de la littérature, ce serait les microgouttelettes qui représenteraient le plus grand risque de contamination. En effet, ces fines gouttelettes inférieures à 5 μm peuvent aisément être vectrices de nombreux pathogènes respiratoires tels que la tuberculose avec *Mycobacterium tuberculosis* (1 à 3 μm) (34), le virus influenza de la grippe (100 nm à 1 μm) (35) ou encore le virus de la rougeole (50 à 500 nm) (36). Une étude américaine de 2018 met en avant qu'une quantité importante d'ARN de virus influenza était contenue dans ces *droplet nuclei* émises par une personne contaminée, qui pouvaient être générées par la simple respiration et non nécessairement pas la toux ou l'éternuement (37).

En outre, les microgouttelettes contaminées présentent un risque d'infection plus importantes que les gouttelettes car :

- Elles persistent plus longtemps dans l'air et majorent le risque d'inhalation par des personnes présentes dans l'atmosphère contaminée par ce bioaérosol (38) ;

- Elles ont plus de chance de pénétrer profondément dans l'arbre respiratoire et ainsi de provoquer une infection pulmonaire basse (11).

3.2.3. Émission lors de la parole

La parole pourrait être tout aussi contaminante qu'un épisode de toux. On considère traditionnellement que le mécanisme principal de la transmission de pathogènes respiratoires est la toux ou l'éternuement, qui est une forme d'expiration violente, d'intensité bien supérieure à la respiration ou la parole. Cependant, la parole est connue pour produire une quantité non négligeable de particules respiratoires qui peuvent également constituer une voie de contamination aéroportée, notamment par le biais des microgouttelettes (28). Il a été démontré dans une étude que le fait de compter à haute voix de 1 à 100 générerait 2 à 10 fois la quantité de particules expirées par un seul épisode de toux (31,32). Loudon et Roberts ont également étudié la génération du taux de particules contaminées par la tuberculose lors du chant, leurs travaux mettent en évidence que le chant provoque l'émission de 6 fois plus de particules que lors de la parole normale, ce qui est équivalent à un épisode de toux (39). Au cours de l'épidémie de la COVID-19, il a d'ailleurs été rapporté d'importantes contaminations associées aux répétitions et aux performances de chorale (40).

En ce qui concerne la parole, il a également été démontré que si une personne parle plus fort, le diamètre des gouttelettes va rester similaire mais le nombre des particules émises par litre expiré sera plus important (28).

Les travaux d'Asadi démontrent une forte corrélation entre l'amplitude de la voix humaine et l'émission d'un certain taux de microgouttelettes respiratoires qui pourrait jouer un rôle dans la transmission de pathogènes (28). Des travaux plus récents de cet auteur mettent également en évidence une variation du taux de particules émises selon la manière de parler,

l'articulation ou les différences phonétiques. Par exemple les voyelles /i/ et les consonnes /d/ seraient plus émettrices de particules respiratoires. Ces résultats pourraient suggérer que la transmission aérienne des pathogènes pourraient varier selon les caractéristiques phonétiques locales ou la langue parlée et donc être considérées comme une variable épidémiologique (41).

3.2.4. Émission chez le sujet sain et malade

Les cas qui présentent une infection de l'appareil respiratoire excrètent davantage de particules virales qu'un cas sain. Les hypothèses expliquant cela sont les suivantes. Premièrement, l'épithélium de l'arbre respiratoire présente une réaction inflammatoire en cas d'infection qui va d'une part modifier les flux d'air au niveau des voies respiratoires par rapport à un sujet sain et d'autre part va majorer la production de matériel cellulaire et biologique dans le tractus respiratoire. Deuxièmement, chez le sujet malade il existe une perturbation des manœuvres expiratoires (majoration de la fréquence respiratoire, toux, éternuements) avec l'émission de plus grandes quantités de particules (11,42).

Pour finir, il est intéressant de noter que certains individus émettent un taux de particules respiratoires bien supérieur à la moyenne émise par leurs pairs, l'auteur les qualifie de « super-émetteurs ». Il a donc été posé l'hypothèse que ces « super-émetteurs » pourraient jouer un rôle dans la dispersion rapide des épidémies (43).

3.3. *Transmission par le contact et les vecteurs passifs*

La transmission du virus par manuportage est la contamination d'un individu par le contact de sa main avec un vecteur passif (une surface contaminée), puis de sa main à sa muqueuse. C'est le deuxième mode de contamination admis dans le cadre de la Covid-19.

Les vecteurs passifs peuvent être contaminés par le dépôt d'une gouttelette contaminée ou par le contact direct d'une main souillée par le virus. C'est pourquoi il doit être apporté une précaution toute particulière au niveau de l'hygiène des mains et de la désinfection des surfaces, *a fortiori* celles fréquemment touchées.

Dans les travaux de Kampf et ses collègues portant sur la persistance des coronavirus sur les surfaces et leur inactivation par des agents biocides, il est noté que la survie du virus avec un potentiel infectieux jusqu'à 9 jours sur une surface inerte dans une pièce à température ambiante (cette durée de vie tendrait à diminuer en cas de température $\geq 30^{\circ}\text{C}$) (44). Dans une autre étude, il est décrit que des étudiants se touchent en moyenne 23 fois le visage par heure, avec un contact majoritairement au niveau de la peau (56%), puis de la bouche (16%), du nez (14%) et des yeux (12%) (45). Ceci donnant une idée de la capacité d'un pathogène à se transmettre par le contact.

Des travaux sur la persistance du virus sur les surfaces ont été réalisés par Van Doremalen et son équipe (46), dans dix conditions expérimentales en comparant le SARS-CoV-1 et le SARS-CoV-2 et dans cinq conditions environnementales différentes (aérosols, plastique, acier inoxydable, cuivre et carton). Le SARS-CoV-2 est plus stable sur le plastique et l'acier

inoxydable que sur le cuivre et le carton et le virus viable et infectieux était détecté jusqu'à 72 heures sur ces surfaces. Sur le cuivre, il était mesuré du SARS-CoV-2 viable jusqu'à 4 heures et sur le carton jusqu'à 24 heures.

3.4. Transmission aérienne

3.4.1. Généralités

Comme rapporté précédemment, il est considéré que le mode de transmission principal pour le SARS-CoV-2 se fait par la voie des gouttelettes mais des données récentes de la littérature tendent à démontrer que la part de la transmission aérienne pourrait être sous-estimée.

En effet, les connaissances sur le virus sont encore incomplètes à ce stade et si globalement la communauté scientifique a trouvé un consensus sur le fait que la transmission se fasse via les gouttelettes, avec une notion de proximité entre le cas source et contact, elle est plus divisée en ce qui concerne une potentielle transmission par la voie de l'air avec des microgouttelettes. Cependant l'observation de certains clusters de Covid-19 et l'état des connaissances sur l'aérobiologie font s'interroger sur la possible transmission aérienne du SARS-CoV-2.

Plusieurs études observent la présence d'ARN viral dans des échantillons humains, mais il est important de rappeler que la présence d'ARN viral ne préjuge pas du caractère contaminant du virus, ni de son statut vivant ou inactivé.

Au début de la pandémie, Zhu et ses collègues étudient la présence d'ARN viral par méthode de RT-PCR au niveau des voies aériennes. Il est mis en évidence que le virus est présent au niveau de l'épithélium respiratoire cilié en intra et extracellulaire. La présence d'ARN viral du

SARS-CoV-2 au niveau des cils de l'épithélium respiratoire est donc compatible avec l'hypothèse d'une émission lors de l'expiration, ceci par le biais des perturbations rhéologiques et du flux d'air induit passant sur la partie supérieure de l'épithélium cilié (25). D'autres études se sont intéressées à la présence d'ARN viral dans les voies aériennes supérieures, elles démontrent que de l'ARN de SARS-CoV-2 est présent même aux phases pré-symptomatiques (12,26). On trouve même des séquences de virus distinctes entre le prélèvement de la gorge et des poumons chez un même patient, démontrant la réplication indépendante des deux sites. Ceci va dans le sens d'une potentielle transmission à un stade pré- ou oligosymptomatique par le biais de microgouttelettes (puisque les symptômes respiratoires induisant la génération de nombreuses gouttelettes sont encore absents ou rares) (12).

L'équipe de Chia a étudié la présence d'ARN de SARS-CoV-2 via des prélèvements de surface dans 30 chambres (au moyen de la RT-PCR) et d'air dans 3 chambres (au moyen de collecteurs de bioaérosols). 56,7% des chambres avaient au moins une surface contaminée, avec majoritairement une contamination des surfaces touchées fréquemment et il a également été retrouvé de l'ARN viral au niveau des systèmes de ventilation. En ce qui concerne les prélèvements de bioaérosol, il a été retrouvé dans deux des chambres des particules positives au SARS-CoV-2 à la RT-PCR de tailles $> 4 \mu\text{m}$ et de $1-4 \mu\text{m}$, ceci corrobore également la théorie d'une possible transmission aérienne bien qu'on rappelle que la détection d'ARN viral ne peut préjuger du statut vivant ou inactivé et donc du caractère contaminant de la particule (20).

Liu et ses collègues réalisent une étude sur la nature aérodynamique de l'ARN de SARS-CoV-2 dans le but de comprendre le potentiel de la contamination par transmission aérienne. Ils

mesurent le nombre de copies d'ARN viral dans des bioaérosols de chambres d'hôpital de patients COVID-19 +. Il a été retrouvé que la concentration en ARN de SARS-CoV-2 dans les bioaérosols des chambres des patients malades était très faible (13).

Van Doremalen et son équipe ont également étudié la persistance des virus SARS-CoV-1 et 2 dans les aérosols. Ils retrouvent une persistance du SARS-CoV-2 durant 3 heures avec une décroissance similaire au SARS-CoV-1. Il est à noter que la machine utilisée pour produire l'aérosol provient d'un nébulisateur à grande puissance produisant un flux important, bien supérieur à ce qui serait produit par la toux ou l'éternuement par l'humain (46).

3.4.2. Illustration de la transmission du SARS-CoV-1 et 2 par trois cas concrets

En 2003, au décours de l'épidémie au SARS-CoV-1, il a été étudié le risque de transmission qu'il pouvait exister au sein d'un avion (22). Le résultat montre que sur un vol commercial de 120 passagers dont un cas index, 21 passagers et 1 membre du staff ont reçu un diagnostic de SARS. Les auteurs mettent en évidence un lien entre la proximité physique (et donc une transmission gouttelettes) du cas index et la contamination car 8 sur 23 des passagers situés sur les trois rangées devant le cas index ont été contaminées, contre 10 sur 88 situés dans le reste de l'appareil (RR = 3.1 ; 95% IC : 1.4 – 6.9).

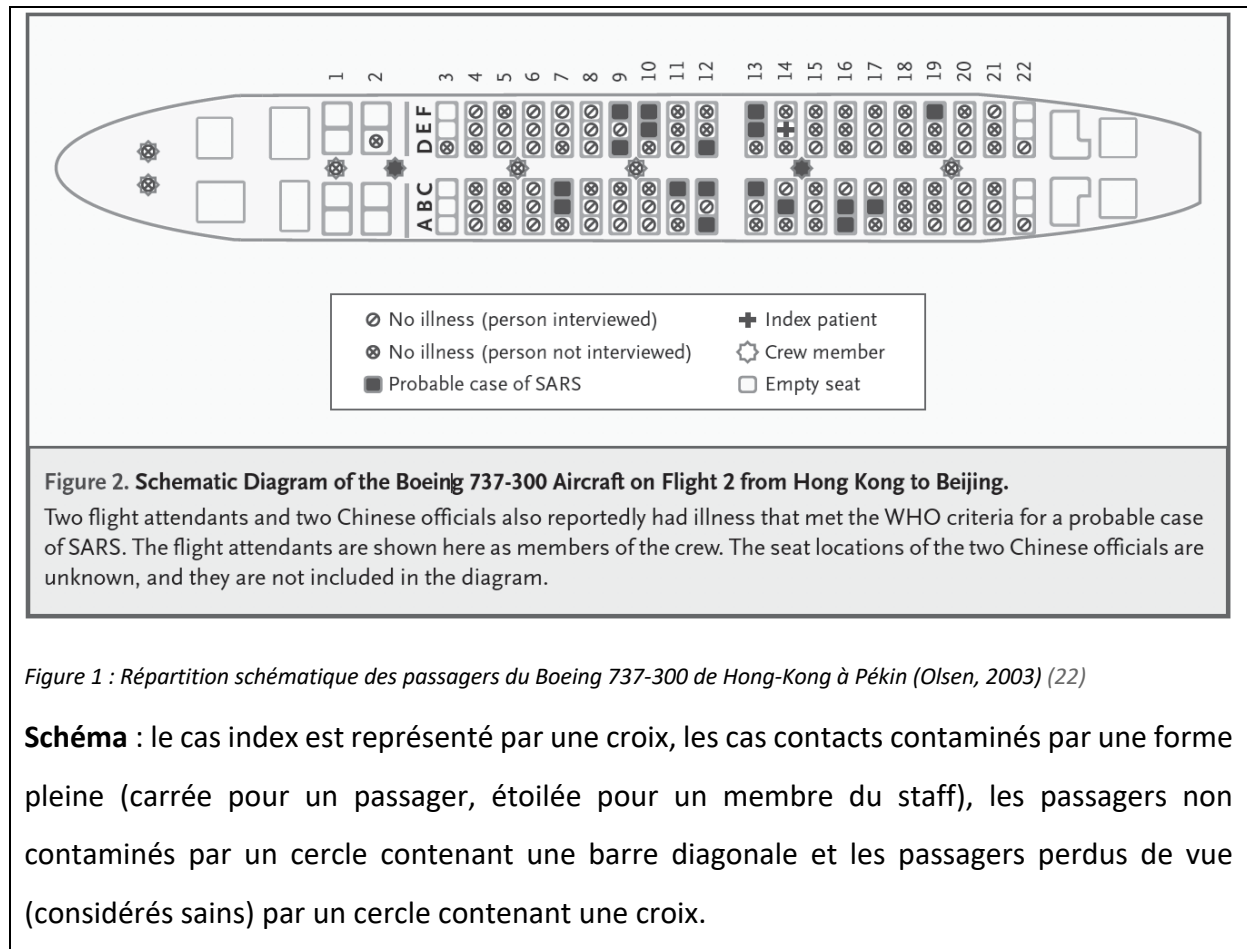


Figure 1 : Répartition schématique des passagers du Boeing 737-300 de Hong-Kong à Pékin (Olsen, 2003) (22)

Schéma : le cas index est représenté par une croix, les cas contacts contaminés par une forme pleine (carrée pour un passager, étoilée pour un membre du staff), les passagers non contaminés par un cercle contenant une barre diagonale et les passagers perdus de vue (considérés sains) par un cercle contenant une croix.

On constate que même si le risque est majoré en cas de proximité physique, une contamination plus à distance de type aérienne semble également possible. Cela étant, cette étude comporte de nombreux biais car il n'a pas été vérifié que les passagers asymptomatiques n'avaient pas été en contact avec le SARS avant leur voyage en avion, or nombreux venaient d'une zone affectée par le virus (Hong-Kong).

En ce qui concerne la COVID-19, nous allons tout d'abord rapporter le cas d'un cluster concernant trois familles (A, B et C), survenu dans un restaurant climatisé de Guangzhou en Chine (21). La famille index (famille A) revenait tout juste d'un voyage à Wuhan, zone berceau de l'épidémie, et l'un des membres va présenter des symptômes évocateurs de la COVID-19 dans les heures suivant le déjeuner. Quelques jours plus tard, neuf autres personnes de ces

trois familles sont diagnostiquées positives pour le SARS-CoV-2 (4 membres de la famille A, 3 membres de la famille B et 2 membres de la famille C). Il a été déterminé que le virus a été transmis par le cas index à au moins une personne de la famille B et au moins une de la famille C, le reste des contaminations ayant pu se faire en intrafamilial. Il n'a été retrouvé aucune autre source possible de contamination chez les autres familles (B et C) que le patient index de la famille A.

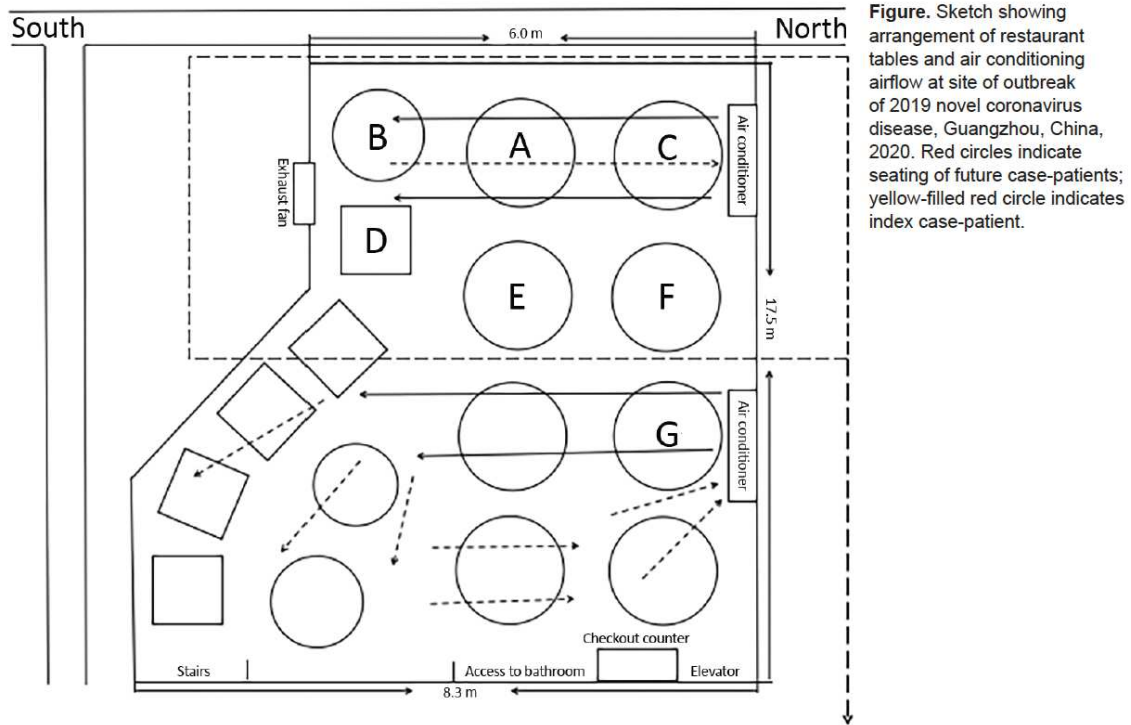
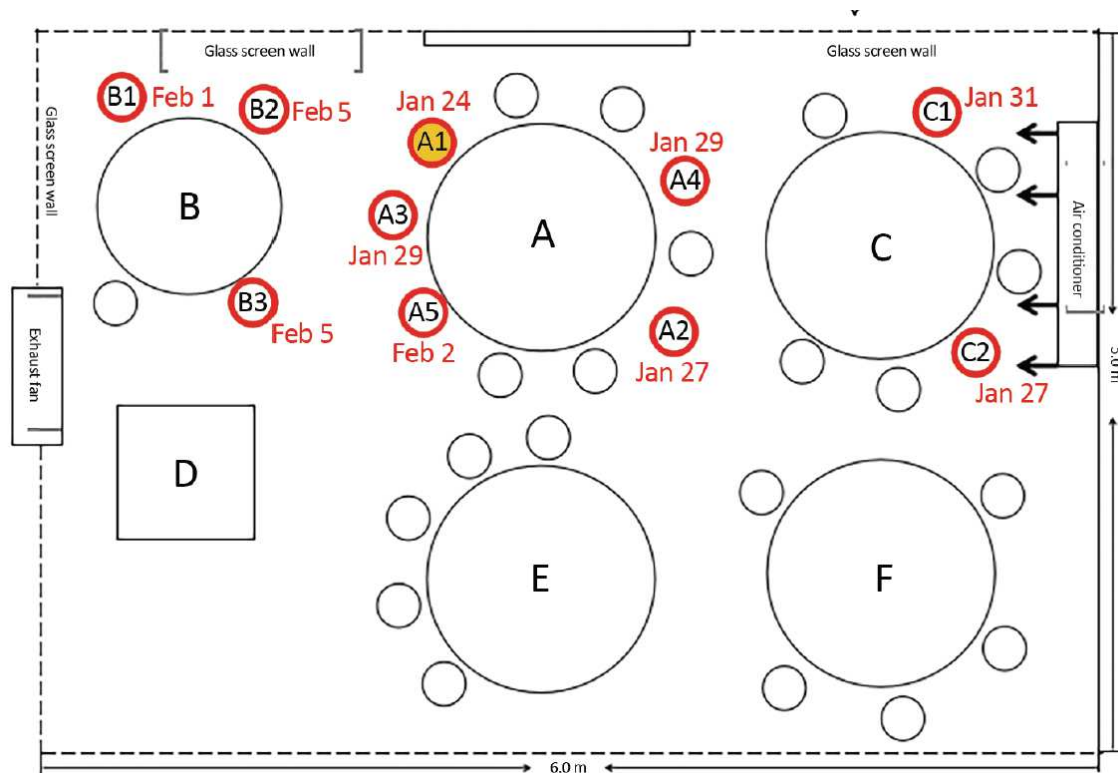


Figure 2 : Représentation schématique de la position des tables et de la direction du flux d'air de la climatisation du restaurant à Guangzhou (Lu, 2020) (21)



Schémas : La *Figure 2* représente la disposition des tables dans le restaurant, avec une schématisation de la direction des flux d'air de la climatisation, ainsi qu'une échelle de la taille des pièces afin d'apprécier la distance entre les tables.

La *Figure 3* représente la disposition des tables des différentes familles, avec le placement de leurs membres. Le cercle rouge rempli de jaune (A1) représente le cas index, les cercles rouges les cas contacts ayant été diagnostiqués positifs au SARS-CoV-2 et les cercles noirs les cas contact n'ayant pas développé la maladie.

Dans la discussion, les auteurs évoquent le fait que ce cas de contamination ne peut pas être expliqué à lui seul par une transmission gouttelettes, qui se limite à une distance restreinte, ce qui n'est pas le cas ici. Cela pourrait s'expliquer par le flux d'air important provenant de la climatisation qui aurait transporté les gouttelettes sur une plus grande distance, or les familles B et C se trouvaient directement dans la direction du flux d'air contaminé de la famille A (comme la table D mais elle était inoccupée, voir *Figure 2* et *Figure 3*). L'hypothèse d'une transmission aérienne par aérosol n'est ici pas retenue car aucun membre du personnel, ni aucune autre table (située hors du flux d'air contaminé) n'ont été diagnostiqués positifs au SARS-CoV-2.

Nous terminerons ce point avec les travaux de Shen et ses collègues (23), portant sur deux bus chinois transportant 128 personnes pour une durée de 100 min à un meeting d'une durée de 150 min et situé principalement en plein air, en janvier 2020. Un patient source se trouve dans le bus 2, ce cas index a pu être déterminé puisque c'est le seul des 128 individus à avoir été en contact rapproché avec des habitants de Wuhan et il est le premier de la population étudiée à avoir présenté des symptômes évocateurs de la COVID-19 et à avoir été diagnostiqué positif. Le but de l'étude était de rechercher le risque de contamination entre le bus 1 et 2.

Dans le bus 2 transportant 68 individus, 24 (35,3%) sont diagnostiqués positifs au SARS-CoV-2, y compris le cas index. Dans le bus 1 transportant 60 individus, aucun n'est diagnostiqué.

La répartition du bus 2 était la suivante :

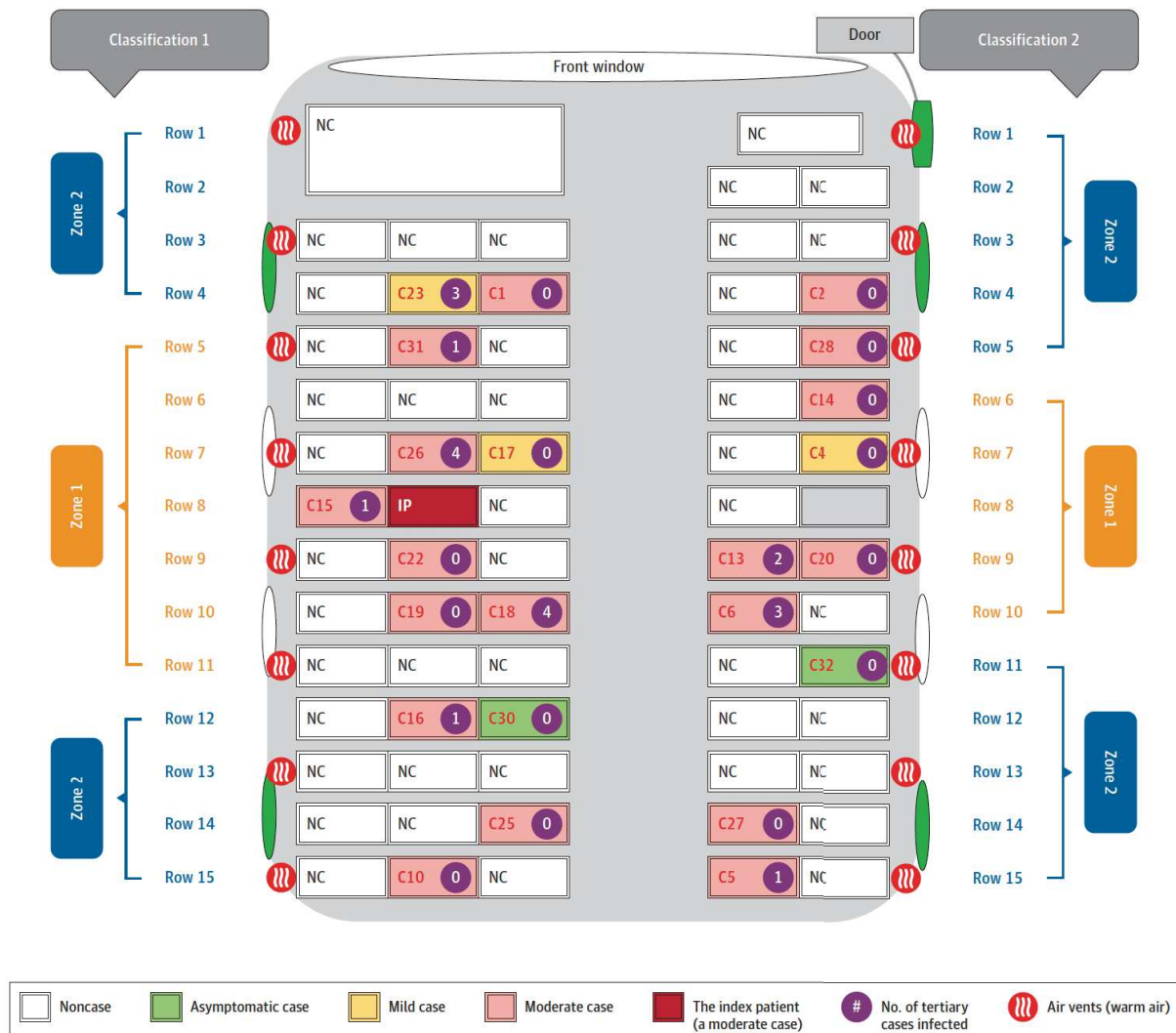


Figure 4 : Répartition des passagers du bus 2, contenant le patient source (Shen, 2020)(23)

Sur le schéma : le cas index est en rouge, noté « IP », les cas en blanc sont les individus non contaminés, les cas en vert sont les individus diagnostiqués positifs au SARS-CoV-2 mais asymptomatiques, les cas en jaune et rose sont respectivement les cas mineurs et modérés de COVID-19. Les ovales représentent les fenêtres (les vertes étant celles pouvant être ouvertes). Les pastilles violettes avec un numéro représentent le nombre de cas contaminés de manière tertiaire. Les pastilles rouges représentent la ventilation (air chaud recyclé).

Les individus du bus 2 avaient 42,2 (95% CI, 2.6-679.3) fois plus de chance de développer la COVID-19 que dans le bus 1, et 11,4 (95% CI, 5.1-25.4) fois plus de chance que les autres individus présents au meeting (172 personnes en plus des deux bus).

On peut constater sur le schéma de la répartition du bus 2 que les cas secondaires ne sont pas dû à une proximité du cas index, et les auteurs rapportent que la sévérité des formes n'était pas non plus proportionnelle à la proximité du cas index. Ceci est en faveur d'une transmission aérienne d'après les auteurs, car les individus assis proches du cas index ne présentaient statistiquement pas un risque augmenté d'être contaminés (ce qui aurait dû être le cas pour une transmission par la voie des gouttelettes). Les auteurs supposent que la transmission pourrait s'expliquer par le biais du système de ventilation avec recyclage de l'air dans un espace clos et restreint.

Ils soulignent également que la transmission à un stade pré-symptomatique suggère une émission de microgouttelettes par la voie de la parole ou la respiration qui serait en compatible avec une transmission aérienne. L'autre argument dans ce sens est que, prenant pour exemple les individus des cases C5 et C10 (cf. *Figure 4* ci-dessus), ils étaient espacés d'au moins 5 mètres du patient source et ont pourtant été contaminés. Ces passagers affirment par ailleurs n'avoir eu aucun contact rapproché avec le cas index, ni dans le bus, ni au meeting. Cette étude suggère la possibilité d'une transmission aérienne via notamment la ventilation du bus.

3.4.3. Rôle des systèmes de ventilation et de climatisation dans la transmission

Si le rôle potentiel de la transmission des virus par une voie aérienne, portée par les systèmes de ventilation ou de climatisation a déjà été évoqué au point précédent, nous souhaitons l'approfondir sur un aspect plus technique.

Tout d'abord il peut être utile de faire un rappel sur les définitions (47) :

- La **ventilation**, assure un renouvellement en air neuf ainsi que la circulation de l'air à l'intérieur des bâtiments. Elle dilue et évacue les polluants de l'air tels que les composés organiques volatils, l'humidité ainsi que les odeurs.

Il existe plusieurs systèmes de ventilation :

- **L'aération simple**, assurée par les ouvrants (portes et fenêtres) ;
- **La ventilation naturelle**, présente dans les maisons par le biais des conduits de cheminée ou de l'ouverture des fenêtres. C'est un système dont on ne contrôle ni la circulation de l'air, ni la déperdition de chaleur et qui peut être notamment perturbé par le vent.
- **Les Ventilations Mécaniques Contrôlées (VMC) à simple flux (Figure 5) ou à double flux avec récupération de chaleur**. De l'air rentre dans le bâtiment et est extrait vers un groupe d'extraction (couplé ou non d'un échangeur thermique) qui permet l'élimination de l'air vicié.

PRINCIPE DE LA VMC SIMPLE FLUX HYGRORÉGLABLE

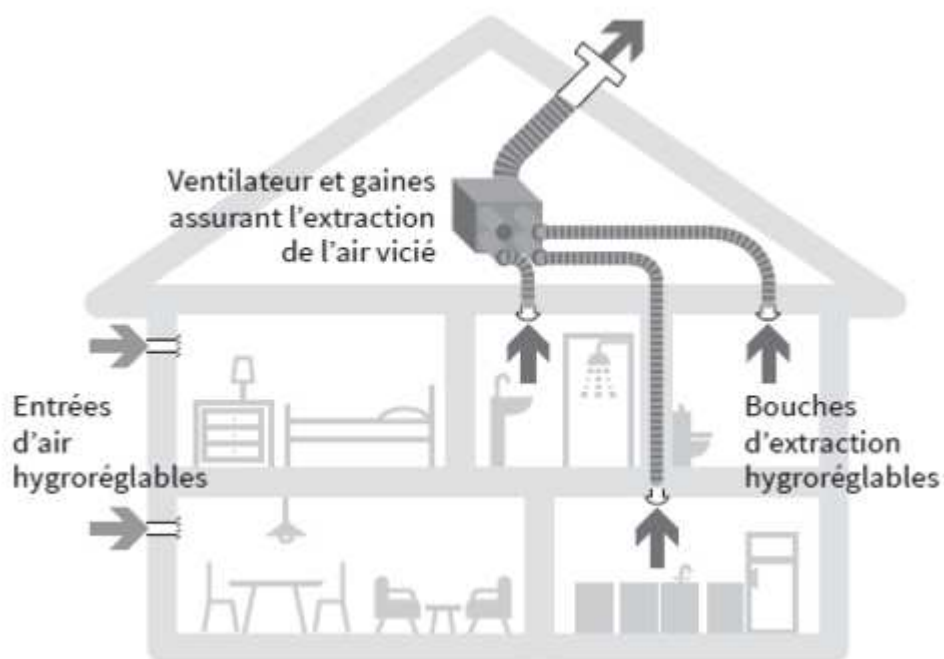


Figure 5 : Principe de la VMC simple flux dans une maison

- La **climatisation**, qui permet le contrôle des conditions thermiques, hygrométriques et de qualité de l'air par renouvellement ou filtration.

Il s'agit d'opérations mécaniques d'insufflation et de reprise d'air dans les espaces, auxquelles peuvent éventuellement s'ajouter un recyclage (soit uniquement par de l'air neuf, soit de l'air recyclé, donc de l'air neuf mélangé à l'air repris), une filtration (plus ou moins efficace), une pressurisation, un contrôle hygrométrique et/ou calorique (chauffage ou rafraîchissement) et un contrôle de la vitesse de l'air. C'est le système qu'on retrouve habituellement dans les infrastructures accueillant du public. Ces caractéristiques sont importantes, par exemple, dans un milieu contaminé comme une chambre placée en précaution complémentaire « air », le taux de renouvellement d'air doit être majoré afin de permettre une bonne évacuation des pathogènes en

suspension dans l'atmosphère et l'air doit être neuf ou filtré afin de ne pas réinjecter de l'air dit « repris » qui serait contaminé.

Le renouvellement de l'air par la ventilation ou la climatisation joue en pratique un rôle dans la diminution de la concentration en pathogènes dans l'air, mais comme nous l'avons vu plus haut il est également suspecté d'être un potentiel vecteur dans le cadre de la pandémie actuelle.

Théoriquement, pour les bâtiments ventilés non climatisés, le risque de transmission est faible puisque l'air vicié est extrait dans l'environnement extérieur et seul de l'air neuf est capté. Cela pourrait se produire dans le cas d'un dysfonctionnement de la ventilation mécanique ou de conditions météorologiques particulières (comme dans un article sur des immeubles situés à Hong-Kong dont les étages supérieurs avaient été contaminés par un cas source de SARS-CoV-1 situé à un étage inférieur, certainement par le biais d'une masse chaude qui serait remontée dans les étages (24)).

En ce qui concerne les bâtiments climatisés, la dispersion de pathogènes aériens est théoriquement possible puisque ces derniers vont circuler dans le flux d'air qui peut être redistribué dans d'autres espaces ou bien recyclé (mélangé à de l'air neuf) et réinjecté. En ce qui concerne la filtration, seuls certains filtres HEPA permettent de retenir plus de 99,9% de particules $> 0,3 \mu\text{m}$ (47), ces équipements sont d'une part coûteux et nécessitent des conditions précises de débit et de pression de l'air. Pour ces deux raisons, la plupart des infrastructures classiques ne bénéficient pas d'un tel équipement et ne sont pas capables de retenir des particules d'une taille inférieure à $1 - 3 \mu\text{m}$.

Cette survie théorique dans le flux d'air, comme nous l'avons déjà évoqué, ne présage ni de la viabilité virale ni de sa contagiosité. Une contamination aérienne, donc à distance, va dépendre de nombreuses caractéristiques que sont la granulométrie (et donc la capacité de persistance dans l'atmosphère), la dose infectante, la concentration dans l'aérosol émis par le cas source (hypothèse des « super émetteurs » (43)) et enfin la sensibilité immunitaire du cas contact. Il n'y a à ce jour pas de preuve que le SARS-CoV-2 puisse se transmettre dans de telles conditions bien que certaines mesures soient prises en principe de précaution comme l'interdiction de l'utilisation du ventilateur dans une pièce avec plus d'une personne ou la réglementation sur l'utilisation de la climatisation.

3.5. Rôle des conditions environnementales dans la transmission

L'environnement a également un impact sur la transmission et le cycle de vie du virus.

Van Doremalen et son équipe ont étudié la stabilité d'un autre coronavirus, le Middle East coronavirus (MERS-CoV) en le comparant au virus H1N1 dans trois conditions environnementales différentes. Les auteurs démontrent que le MERS-CoV reste stable à 20°C – 40% HR (humidité relative) et se dégrade rapidement si la température et l'humidité augmentent, ils ajoutent que les caractéristiques de stabilité du virus dans l'environnement sont assez similaires avec le SARS-CoV-1 (48). Une autre étude sur le virus influenza (49) suggère également une dégradation de la stabilité à haute humidité.

Plus récemment, Hassan et son équipe étudient le rôle de la température environnementale sur le taux d'attaque et le taux de létalité du SARS-CoV-2 (50). Ils mettent en évidence que des

basses températures seraient plus favorables à la survie et la transmission du virus mais qu'il n'y avait par contre aucune preuve que la température puisse affecter le degré de sévérité de la maladie.

Par ailleurs, des hypothèses ont été émises par la Société Italienne de Santé Environnementale concernant un lien entre la pollution atmosphérique aux PM 10 (particules en suspension dans l'air < 10 µm) et la rapide évolution de l'épidémie dans le Nord de l'Italie, région fortement industrielle et donc fortement polluée (51). Les auteurs suggèrent que les particules atmosphériques PM 10 pourraient servir de substrat aux virus, en leur permettant de persister dans l'air de manière viable plus longtemps. Ils émettent également l'hypothèse qu'une augmentation de la température ainsi que du rayonnement solaire (par le biais des rayonnements ultra-violets) seraient en faveur d'une inactivation du virus, mais qu'une majoration de l'humidité serait en faveur d'une persistance, ce qui va à l'encontre des résultats des études dont nous parlons précédemment.

Une équipe américaine a recherché un lien entre une exposition à long terme avec les particules fines (PM 2,5, particules en suspension < 2,5 µm) et une majoration du risque de mort par COVID-19 (52). Ils ont trouvé qu'une augmentation de seulement 1 µg/m³ de PM 2,5 provoquerait une majoration de 15% du taux de létalité à la COVID-19 (95%, IC : 5 – 25%) et en concluent qu'une faible augmentation de la pollution atmosphérique par les particules fines majorerait significativement le risque de décès par COVID-19.

En 2003, une équipe avait constaté au décours de l'épidémie de SARS-CoV-1 en Chine qu'il existait des disparités d'incidence de la maladie selon les régions géographiques. Ils avaient posé l'hypothèse que ceci pourrait s'expliquer, en partie, par les niveaux de pollution (53). Les

habitants des régions avec un index de pollution de l'air (IPA) modéré avaient une majoration de 84% du risque de décès par SARS comparé à ceux des régions avec un faible IPA (RR = 1.84, 95% IC : 1.41 – 2.40). Les habitants des régions avec un fort IPA avaient deux fois plus de risque de décéder du SARS que ceux des régions à faible IPA (RR = 2.18, 95% IC : 1.31 – 3.65).

Il faut cependant souligner que les données scientifiques existantes concernant le rôle de la pollution dans la diffusion des virus sont assez rares et avec un niveau de preuve restant parfois faible et qu'il est par contre reconnu que la pollution atmosphérique est responsable de l'apparition ou de l'aggravation de nombreuses comorbidités respiratoires chroniques qui peuvent expliquer la survenue d'une forme plus grave voire létale de COVID-19 soit directement, soit par altération de l'état de santé général.

4. Facteurs déterminants la contamination par le SARS-CoV-2 en milieu de soins

4.1. Données épidémiologiques

Les notions générales sur les modes de transmission ayant été abordées, nous avons souhaité connaître les facteurs de protection et de risque de contamination au SARS-CoV-2 en milieu de soins, puisque c'est le sujet de notre travail. En effet, les transmissions d'origine professionnelle ont joué un rôle important en début d'épidémie, représentant 47,7% des cas précoces en Asie et touchant en premier lieu les professionnels de santé (22%) sur 103 cas (14,9%) identifiés comme possiblement d'origine professionnelle parmi 690 transmissions locales (54). D'après une autre étude chinoise (55) portant sur les caractéristiques épidémiologiques de 32 583 cas de Covid-19 confirmés par RT-PCR, 4,6% (1 496) sont des professionnels de santé avec un pic de 8,7% en début d'épidémie. La fréquence journalière de

nouveaux cas dans cette population est bien supérieure à celle de la population générale sur toute la période (130,5 par million de personnes contre 41,5) avec un pic atteint entre le 23 janvier et le 1^{er} février (617,4/million de personnes) pour ensuite décroître quand les mesures de protection sont mises en place et appliquées : mesures d'hygiène, port des EPI et notamment du masque.

L'ECDC¹ a fait le point sur les cas survenus dans plusieurs pays (56). Les soignants représentent 4% des cas en Chine (sur 44 672 cas documentés), 10% en Italie (sur 162 004), 20% en Espagne et 3% aux États-Unis (sur 315 531, mais ce taux s'élève à 11% dans les états mieux documentés).

4.2. Les équipements de protection individuelles, les gestes à risque et les facteurs de transmission en milieu de soin

Une revue de la littérature réalisée par Chou et son équipe portant sur 34 études (57), démontre l'efficacité de la protection individuelle des professionnels de santé contre l'infection par coronavirus d'une part (3 études portent sur le SARS-CoV-2 spécifiquement) et la limitation de la propagation des épidémies d'autre part. L'association la plus significative pour la diminution du risque d'infection concerne l'usage des équipements de protection individuelles (EPI), en particulier le port du masque et à moindre mesure les gants, protections oculaires, surblouse et du lavage des mains. L'existence de formations et d'entraînement au respect des mesures de prévention est également un facteur protecteur. Certaines

¹ ECDC : European Center of Disease Control

procédures telles que l'intubation, un contact étroit avec le patient ou ses liquides biologiques, présentent un risque accru d'infection.

Une étude californienne a analysé les circonstances d'exposition de 121 professionnels de santé exposés sans protection spécifique à un cas de Covid-19 diagnostiqué secondairement. Après une surveillance de 14 jours, 43 sont devenus symptomatiques et ont été testés par RT-PCR. Trois sont revenus positifs (7%) et ont été comparés à 34 soignants dont la RT-PCR était négative afin d'analyser les expositions professionnelles. Les 3 cas avaient participé plus fréquemment à des procédures à risque (intubation, mise en place de ventilation BIPAP, nébulisation) et avec des temps de contact en moyenne plus longs (120 minutes contre 25 min) (58). A Paris, une étude prospective observationnelle est menée du 24 février au 10 avril 2020 sur les cas de transmission survenus chez les soignants d'un groupe hospitalier (7916 soignants en unités adultes et 5362 en unités pédiatriques) (59). Sur les 1 344 cas symptomatiques testés par RT-PCR, 373 sont positifs (28%). Les résultats démontrent des taux d'attaque significatifs ($p < 0,05$) de 3.2% en services adultes et 2.3% en services pédiatriques, avec un nombre de cas maximal fin mars parallèle au pic épidémique dans la population puis diminue concomitamment avec la mise en place du port du masque chirurgical généralisé en continu ainsi que les autres mesures de protection lors des soins. Les soignants ont déclaré avoir été plus fréquemment exposés sans protection adaptée dans les services adultes que pédiatriques (25% contre 15% respectivement). Au final, 70% des soignants contaminés ont été en contact proche avec des patients, dont 22% en unités Covid dédiées.

Si la pénurie et le mésusage des EPI apparaît dans de nombreux travaux, d'autres facteurs de risque de contamination ont été relevés pour les professionnels de santé (60–62) :

- La mauvaise compréhension du virus et de sa transmission ;
- Le manque d'expérience et de formation du personnel ;
- L'afflux massif des patients en début d'épidémie ;
- Stress psychologique du personnel, associé à l'intensité du travail et le manque de repos ;
- Amplitudes horaire de travail allongées (notamment si supérieures à 15h) ;
- Hygiène des mains sous-optimale ;
- La fréquentation d'un département à haut risque (services Covid dédiés, réanimations, urgences, ...) augmenterait de 2.13 fois le risque d'infection (RR = 2.13, IC 95% :1.45 – 3.95, $p < 0,05$) (60) ;
- Le personnel symptomatique travaillant ;
- Le personnel travaillant dans plusieurs endroits différents ;
- Le retard au repérage des cas et une insuffisance d'accès aux tests diagnostiques.

Au regard de la littérature, les gestes considérés à risque d'aérosolisation et donc de transmission majorée du SARS-CoV-2 sont les suivants : intubation endotrachéale, kinésithérapie respiratoire, bronchoscopie, aspiration ouverte, administration d'un traitement par nébulisation, ventilation manuelle avant l'intubation, rotation du patient en position couchée, déconnexion du patient du ventilateur, ventilation à pression positive non invasive, trachéotomie et réanimation cardio-pulmonaire.

Concernant la réanimation cardio-pulmonaire, Couper et son équipe réalisent une revue de 11 études dans le but d'explorer 3 points qui sont : l'existence d'une production de bioaérosol durant les manœuvres de massage, le risque de transmission de Covid-19 pour les secouristes ainsi que l'impact du port des EPI (63). Ils ne retrouvent aucune preuve directe que la

compression thoracique ou la défibrillation génèrent des aérosols et ne retrouvent aucun cas de transmission. Ils déclarent également que le fait de s'équiper d'EPI avant de débiter les manœuvres de réanimation constituerait une source de retard de prise en charge (basé sur des études réalisées sur des mannequins). Ces résultats sont à interpréter avec précaution car les preuves dont ils disposent sont indirectes, aucune des études ne portant sur des patients Covid-19.

5. Mesures de prévention de la transmission du SARS-CoV-2

5.1. Généralités

La transmission est tout d'abord conditionnée par la granulométrie (27). Mais d'autres paramètres entrent en compte.

Les travaux de Liu portant sur l'aérodynamisme des bioaérosols prélevés dans des chambres de patients contaminés par la Covid-19 dont nous parlons plus haut, apportent des pistes de réflexion intéressantes concernant la prévention (13).

Tout d'abord, les prélèvements effectués dans des secteurs de soins intensifs, avec notamment des patients ventilés et donc à haut risque d'émission d'aérosol, se révélaient négatifs ou très faiblement positifs. On peut imaginer que ceci s'explique par les taux de renouvellement d'air très importants dans ces zones.

Il a été mesuré des taux élevés d'ARN viral dans les zones de vestiaires dédiées au déshabillage des équipements de protection individuels (EPI) et on peut émettre l'hypothèse que la manipulation des EPI pourrait remettre en suspension des particules de SARS-CoV-2.

Il a également été mesuré des taux significatifs d'ARN viral au niveau des toilettes des patients.

Il faudrait donc envisager une hygiène particulièrement rigoureuse de ces zones afin de limiter les risques de propagation de l'épidémie.

Enfin, les prélèvements réalisés dans les zones publiques de l'hôpital (entrée de l'hôpital et boutique), qui n'accueillent a priori que des personnes ne présentant pas de symptômes suspectant la maladie, se sont révélés positifs ce qui n'est pas étonnant compte tenu de la contagiosité avérée des personnes asymptomatiques et qui est similaire à celle des personnes présentant des symptômes.

5.2. Mesures de prévention collective dans le cadre de la première vague épidémique en France

La protection collective est primordiale puisque dans une démarche de prévention du risque elle doit toujours être prioritaire aux mesures individuelles.

Dans le cadre de la pandémie Covid-19, les mesures de prévention collective vont principalement être organisationnelles. En effet, la gestion des flux et les mesures de distanciation sociale ont été soulignées comme indispensables pour limiter les contaminations. L'interdiction des embrassades, accolades et l'introduction de la notion d'hygiène des mains rigoureuse au niveau de la population générale (large mise à disposition de SHA, désinfections régulières des locaux et transports publics) doivent s'imposer.

En milieu de soins, il doit être observé les précautions standard d'hygiène (64) qui sont des mesures de prévention lors des soins qui avaient été mises en place initialement dans le cadre

de la prévention des hépatites virales et du VIH par du sang contaminé. Au fil du temps, ces mesures ont été élargies pour concerner une majorité de microorganismes pathogènes.

Pour ce faire, quelques règles de base sont à observer pour tout soin, en tout lieu, et pour la prise en charge de tout patient, peu importe son statut infectieux :

- Les avant-bras sont dégagés ; les ongles sont courts, sans vernis ; pas de port de bijoux (bracelet, montre, alliance, bague) ; port d'une tenue professionnelle propre, adaptée et dédiée à l'activité pratiquée.
- L'hygiène des mains doit être respectée avant tout contact avec un patient, avant un geste aseptique, après un soin contaminant (même si port de gants), après un contact direct avec le patient ou son environnement immédiat. L'utilisation de la solution hydro-alcoolique (SHA) est la technique de référence si les mains ne présentent pas de souillure visible, sinon un lavage simple des mains à l'eau et au savon est d'usage.
- Des gants doivent être portés dès lors qu'il existe un risque de contact avec tout fluide biologique ou avec les muqueuses ou avec la peau lésée du patient, ainsi qu'en cas de soins par un soignant qui présente une lésion cutanée au niveau des mains.
- La tenue doit être protégée au moyen d'un tablier ou d'une sur-blouse imperméables à manches longues à usage unique selon que le soin est mouillant ou souillant ou exposant à un risque moyen ou majeur de projection ou d'aérosolisation de produits biologiques humains.

Il est à noter que ces mesures préconisent le fait de faire porter un masque chirurgical à toute personne (patient ou non) présentant des symptômes respiratoires tels que la toux, l'expectoration et l'éternuement. On peut faire remarquer que cette mesure n'est pas toujours observée.

Il doit être apporté une attention particulière à la désinfection des surfaces, les travaux de Kampf qui étudient la persistance des coronavirus sur les surfaces inertes démontrent que la désinfection d'une surface à l'aide d'une solution composée de 0.1% d'hypochlorite de sodium ou de 62-71% d'éthanol réduisait significativement la contagiosité du virus en moins d'une minute. Leur hypothèse étant que ceci puisse également s'appliquer au SARS-CoV-2 (44).

En terme d'équipements, en prévention collective, il s'agit des matériaux de renouvellement d'air et de filtration de l'air que nous avons vu plus haut.

Par exemple, dans le cas d'un virus à transmission aérienne, il est nécessaire que la chambre du patient soit équipé d'une ventilation mécanique permettant au moins un renouvellement d'air neuf, et idéalement l'application d'une pression négative afin de favoriser la non-stagnation des pathogènes en suspension dans l'air.

Dans leurs travaux, Dietz et son équipe, s'intéressent à la manière de limiter la propagation des virus en considérant la manière de construire les infrastructures, ce qu'ils appellent l'environnement construit (« *built environment* ») (65). Ils réalisent une revue sur la contamination des bâtiments par le biais de la présence du virus sur les surfaces jusqu'aux transmissions aériennes par le biais des systèmes de ventilation. Le but du travail est de prodiguer des conseils en matière de construction et d'aménagement de l'environnement afin de limiter la propagation des épidémies.

5.3. *Mesures de protections individuelles : masques chirurgicaux et appareils de protection respiratoire (APR)*

Les mesures de protections individuelles sont principalement représentées par les équipements que ce sont les masques chirurgicaux et les appareils de protection respiratoire (APR) que nous allons voir (8,66–68).

Les appareils de protection respiratoire (APR) sont répartis en trois catégories (9,66) :

- **Appareils filtrants qui épurent l'air ambiant** : anti-aérosols ou anti-gaz, les premiers étant les plus fréquemment rencontrés dans le domaine hospitalier,
- **Appareils isolants à approvisionnement d'air** : plus rares en milieu de soin, avec un apport d'air extérieur non contaminé ou par bouteilles d'oxygène, utilisés par exemple pour le virus Ebola.
- **Appareils combinant les deux.**

Il est à noter que les masques chirurgicaux ne sont pas considérés comme des APR.

Les APR les plus utilisés en milieu de soin sont les demi-masques appelés par excès « masques », c'est-à-dire une pièce de tissu recouvrant le nez, la bouche ainsi que le menton, et non pas la totalité du visage, comme ce serait le cas pour un masque.

L'efficacité du demi-masque va dépendre de son niveau de protection déterminé par le type de matériau filtrant utilisé mais également de sa bonne adaptation au visage.

Pour s'assurer d'une bonne étanchéité, il est nécessaire que l'APR soit adapté sur le visage et différents paramètres peuvent faire diminuer cette étanchéité tels que la morphologie du visage (trop petit par exemple) ou la présence de barbe.

Il est impératif de tester l'étanchéité du masque par une méthode nommée le *fit check* (test d'ajustement) qui consiste à mettre en place le demi-masque sur le visage puis à obturer la surface filtrante avec les mains et retenir sa respiration quelques secondes. Le demi-masque est alors censé se coller légèrement au visage, dans le cas contraire des réajustements ou un changement de modèle sont à prévoir.

Les APR doivent répondre aux exigences de la directive européenne 89/686/CEE sur les équipements de protection individuelle. Sur le masque, doivent donc être mentionné :

- Le marquage avec le sigle CE, suivi du numéro de l'organisme notifié chargé du contrôle de la qualité de la production,
- Le nom du fabricant,
- La référence du masque,
- Le numéro et l'année de la norme correspondant à ce type de matériel (exemple : EN 149 : 2001)
- La classe d'efficacité FFP1, FFP2 ou FFP3.

En ce qui concerne les masques à usage médical de type masque chirurgical, voici ci-dessous le tableau des performances (Tableau 2).

Tableau 2 : Performances des masques chirurgicaux selon la norme NF EN 14683, (Recommandations Nationales de Prévention de la transmission croisée par voie respiratoire du SFH2) (1)

Performances des masques chirurgicaux par type de masque et selon la norme EN 14683

Test de performances	Type I	Type IR	Type II	Type IIR
Efficacité de filtration bactérienne (EFB) exprimée en % *	≥ 95	≥ 95	≥ 98	≥ 98
Pression différentielle** (exprimée en Pascal)	< 29,4	< 49,0	< 29,4	< 49,0
Pression de la résistance aux éclaboussures (exprimée en mm de mercure)	Non exigé	> 120	Non exigé	> 120
Les masques IR et IIR sont dits « résistants aux éclaboussures »				

* L'efficacité de la filtration bactérienne (EFB) est mesurée sur le matériau du masque, elle ne prend pas en compte les fuites au visage.

**La pression différentielle exprime la résistance du masque au passage du flux gazeux. À niveau égal de fuite à la périphérie, un masque permettra une respiration du porteur d'autant plus aisée que cette valeur sera basse.

Ceci signifie que pour un masque chirurgical de type II, l'efficacité de filtration bactérienne mesurée sur le matériau du masque doit être supérieure à 98%, dans le sens de l'intérieur vers l'extérieur, pour des particules de 3 µm (69). L'usage en condition d'asepsie stricte (bloc opératoire par exemple) est possible puisque c'est bien l'expiration qui est filtrée, empêchant donc un soignant de contaminer l'environnement stérile.

En ce qui concerne les masques de protection respiratoire (FFP1, 2 et 3), ils répondent à la norme NF EN 149 dont voici les caractéristiques ci-dessous (Tableau 3).

Tableau 3 : Performances des APR selon la norme NF EN 149, (Recommandations Nationales de Prévention de la transmission croisée par voie respiratoire du SFH2) (8)

Performances minimales exigées des APR selon la norme EN 149 et efficacité.

Classification	Fuite Totale Maximale	Pénétration maximum du filtre (aérosols de NaCl et d'huile de paraffine)	Efficacité
FFP1	22 %	20 %	78 %
FFP2	8 %	6 %	92 %
FFP3	2 %	1 %	98 %

Ceci signifie que l'efficacité de filtration est mesurée dans le sens de l'inspiration pour un aérosol de particules de 0,6 µm, en prenant en considération les fuites sur les côtés du

masque. A noter que seuls certains masques possèdent la double certification NF EN 149 + NF EN 14683 (donc testés en inspiration et expiration) (69).

Le port d'un APR peut entraîner une gêne respiratoire qui peut entraîner une difficulté de tolérance chez certains travailleurs qui souffrent par exemple de pathologies cardiorespiratoires. L'aptitude au port d'un APR peut être jugée par le médecin du travail.

En France, lors de la première vague, les préconisations concernant le port du masque chirurgical ont été étendues à tous les personnels des établissements de santé. L'extension du port du masque par les patients en hospitalisation ou en consultation a été instaurée plus tardivement.

Le port du masque FFP2 est réservé aux soignants réalisant des gestes à risque d'aérosolisation (réalisation des prélèvements naso-pharyngés, intubation endotrachéale, bronchoscopie). Aux opérateurs uniquement initialement, mais depuis le 6 avril, l'OMS recommande qu'il soit étendu à tous les soignants du secteur réalisant ce type de gestes.

6. Revue chronologique des mesures sanitaires prises en France lors de la première vague épidémique

Avec l'acquisition permanente de nouvelles connaissances autour de la Covid-19 et surtout avec l'évolution épidémiologique de la propagation du virus en France, les recommandations ont rapidement évolué. Voici une revue rapide de ces mesures pendant la première vague épidémique.

Le 26 février 2020, le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) émet un avis concernant les mesures de prévention pour les soignants de retour de zones à risque. Il s'agissait d'astreindre à une éviction les personnels de santé en cas de fréquentation d'un secteur de soin en zone à risque. Si l'agent avait simplement séjourné en zone à risque, pas d'éviction mais application stricte des mesures d'hygiène standard et du port d'un masque chirurgical (70).

Le 28 février 2020 la France passe au stade 2 de l'épidémie, ce qui correspond à la présence de foyers isolés sur le territoire.

Le 2 mars 2020, le Ministère des solidarités et de la Santé émet des recommandations sur l'astreinte à l'éviction des sujets personnels de soins avec des comorbidités susceptibles de faire une forme grave de COVID-19 ou les femmes enceintes. Ces pathologies sous-jacentes sont les suivantes :

- Pneumopathie hypoxémiante oxygéo-requérante
- Terrains vulnérables à une forme grave de COVID-19 :
 - Âge > 70 ans ;
 - Comorbidités respiratoires à risque de décompensation ;
 - Insuffisance rénale dialysée ;
 - Insuffisance cardiaque de stade NYHA III ou IV ;
 - Cirrhose ≥ stade B ;
 - Diabète insulino-dépendant ou requérant compliqué ;
 - Patients immunodéprimés.

Ces évictions concernent les services clairement définis, considérés comme à risque : urgences, maladies infectieuses, réanimation et pneumologie, ainsi que les services dits à haute densité de patients cas confirmés.

Le 10 mars 2020, la SFMT (Société Française de Médecine du Travail) émet un avis relatif concernant les personnels de soins prenant en charge des patients contaminés ou suspects de l'être par le SARS-COV-2. Les points principaux sont :

- L'indication du port du masque chirurgical pour la prise en charge des cas suspects ou confirmés de Covid-19 sur la base de transmission type gouttelette, sans acte invasif au niveau de la sphère ORL, sinon indication de port de masque FFP2 (71,72) ;
 - La protection par les masques chirurgicaux ou FFP2 est dépendante de nombreux facteurs et ne peut assurer une protection individuelle parfaite (adaptation à la forme du visage, présence d'une barbe, fréquence respiratoire, hygiène des mains et manipulation du masque).
- À ce stade des connaissances, il n'est pas notion de transmission oculaire.

Le 11 mars 2020 l'OMS déclare la pandémie au COVID-19.

Le 14 mars 2020 la France passe au stade 3 de l'épidémie, ce qui correspond à la circulation active du virus dans le pays.

Le 17 mars 2020, il est instauré un confinement de la population générale avec limitations des déplacements autorisés et contrôles.

Dans l'avis du 8 avril 2020 du HCSP, il est apporté des nuances par rapport aux symptômes tels que définis au départ :

- Il n'est pas nécessaire de présenter la triade diagnostique – fièvre, toux, dyspnée – proposée par le *Center for Disease Control* (CDC) au stade précoce de la maladie ;
- Il est montré que la fièvre est non constante et qu'il existe un biais sur les études de séries chinoises qui définissent la fièvre comme une T° axillaire $\geq 37,3^{\circ}\text{C}$, alors que nos critères français définissent la fièvre par une T° rectale $\geq 38^{\circ}\text{C}$ le matin ou $\geq 38,3^{\circ}\text{C}$ le soir ;
- L'avis met en évidence d'autres symptômes signalés, bien que moins fréquents, d'après les données littéraires : myalgies, céphalées, maux de gorge, congestion nasale, anosmie et/ou agueusie, diarrhée, nausées/vomissements et douleurs thoraciques ;
- En ce qui concerne les formes avec des complications autres que pneumologiques, l'avis fait mention uniquement des complications cardiovasculaires à type de myocardites aiguës et d'arythmies cardiaques ;
- Un point sur la protection des soignants est abordé. Il est rappelé que les soignants doivent disposer de masques chirurgicaux ou FFP2 selon l'usage (geste considéré comme à haut risque ou non), ainsi que du reste des équipements de protection individuelle (SHA, gants et surblouses). Les lunettes de protection ou la visière ne sont pas mentionnées ;
- Il est évoqué la persistance du virus dans l'air après contamination par un patient source, *a fortiori* si l'espace est petit et clos, sans que l'on puisse toutefois savoir si les particules virales présentes sont capables de contamination.

Le 20 avril 2020, le HCSP émet une actualisation de l'avis relatif aux personnes à risque de forme grave du Covid-19 et aux mesures barrières spécifiques à ces publics.

L'âge considéré comme facteur de risque est abaissé à 65 ans, et non pas 70 ans.

Il est présenté une revue de la littérature des différentes données parues depuis l'avis de référence du 31 mars 2020 :

- Les données de l'ECDC, qui a recueilli les informations fournies par l'Italie, l'Espagne, la Suède et les Pays-Bas, confirment que les pathologies suivantes sont à risque de Covid-19 grave : HTA, diabète, pathologie cardiovasculaire, maladie respiratoire chronique, immunodépression, cancer et obésité.

La grossesse n'est pas considérée comme à risque avéré ni pour la mère ni pour l'issue de la grossesse (sur la base de faibles données de la littérature sur le sujet).

Il n'y a aucun complément sur un éventuel lien entre le stade évolutif ou les caractéristiques de ces pathologies et le risque de gravité de Covid-19 (73).

- Le CDC actualise ses recommandations concernant les sujets à risque de faire une forme grave. Les comorbidités sont les suivantes, particulièrement si celles-ci sont non contrôlées : maladie pulmonaire chronique ou asthme modéré à sévère, immunodépression (traitement pour cancer, tabagisme, greffe de moelle ou d'organe, infection VIH non contrôlée ou sida, corticothérapie prolongée ou traitement immunosuppresseur), obésité (IMC = 40), diabète, insuffisance rénale chronique dialysée, maladie hépatique (74).
- L'avis du *National Health Service* sur les personnes à risque de forme grave de Covid-19 fait un classement en deux catégories de sujets, à risque ou extrêmement vulnérables :

Sujets à risque	• Maladie pulmonaire comme asthme, bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), emphysème ou bronchite ; • Maladie cardiaque, telle l'insuffisance cardiaque ; • Insuffisance rénale chronique ; • Maladie hépatique dont hépatite ; • Affections neurologiques comme maladie de Parkinson, maladie du motoneurone, sclérose en plaques... ; • Diabète ; • Drépanocytose et splénectomie ; • Déficit immunitaire lié à l'infection VIH, à une corticothérapie ou une chimiothérapie, obésité (avec IMC = 40 m-2) ; • Grossesse.
Sujets extrêmement vulnérables	• Transplantation d'organes ; • Certains cancers et certains de leurs traitements (chimiothérapie active, immunothérapie, radiothérapie radicale pour cancer du poumon...), leucémie, lymphome ou myélome quel qu'en soit le stade, greffe de moelle ou de cellules souches dans les six derniers mois ou personnes sous traitement immunosuppresseur ; • Atteintes respiratoires chroniques sévères telles que fibrose pulmonaire, asthme ou BPCO sévères ; • Maladies rares et maladies génétiques augmentant le risque d'infection (drépanocytose ou déficit immunitaire combiné) ; • Grossesse dans le contexte d'une cardiopathie congénitale significative.

Ces classifications et choix ne sont ni justifiés ni argumentés.

Le HCSP a donc établi une liste de facteurs de risques présumés mais non assez documentés dans la littérature :

- Immunodépression congénitale ou acquise :
 - Médicamenteuse : chimiothérapie anti cancéreuse, traitement immunosuppresseur, biothérapie et/ou corticothérapie à dose immunosuppressive ;
 - Infection à VIH, non contrôlée ou avec des CD4 <200/mm³ ;
 - Consécutive à une greffe d'organe solide ou de cellules souches hématopoïétiques ;
 - Liée à une hémopathie maligne en cours de traitement ;
- Cirrhose au stade B du score de Child-Pugh au moins ;
- Syndrome drépanocytaire majeur en raison d'un risque accru de surinfection bactérienne ou de syndrome thoracique aigu (pathologie pulmonaire spécifique de la drépanocytose définie par l'association de fièvre ou de symptômes respiratoires avec un infiltrat pulmonaire constaté sur une radiographie) ou ayant un antécédent de splénectomie ;
- Grossesse au troisième trimestre, compte tenu des données disponibles et en considérant qu'elles sont très limitées.

Pour finir le HCSP émet un avis concernant les spécificités des mesures à prendre pour les soignants ayant un ou plusieurs facteurs de risque de forme grave de Covid-19 :

- Respecter scrupuleusement les mesures barrières ;
- Se signaler à son Service de Santé au Travail pour une éventuelle éviction ou aménagement de poste ;
- Éviter les contacts avec personnes étant suspectées de Covid-19.

III. Première vague épidémique au CHU de Strasbourg

Le cluster de Mulhouse, et l'explosion de cas de Covid-19 dans le Grand-Est qui en découle, fait que la situation locale dégénère rapidement et touche précocement les HUS comme on peut le voir sur la Figure 6 ci-dessous.

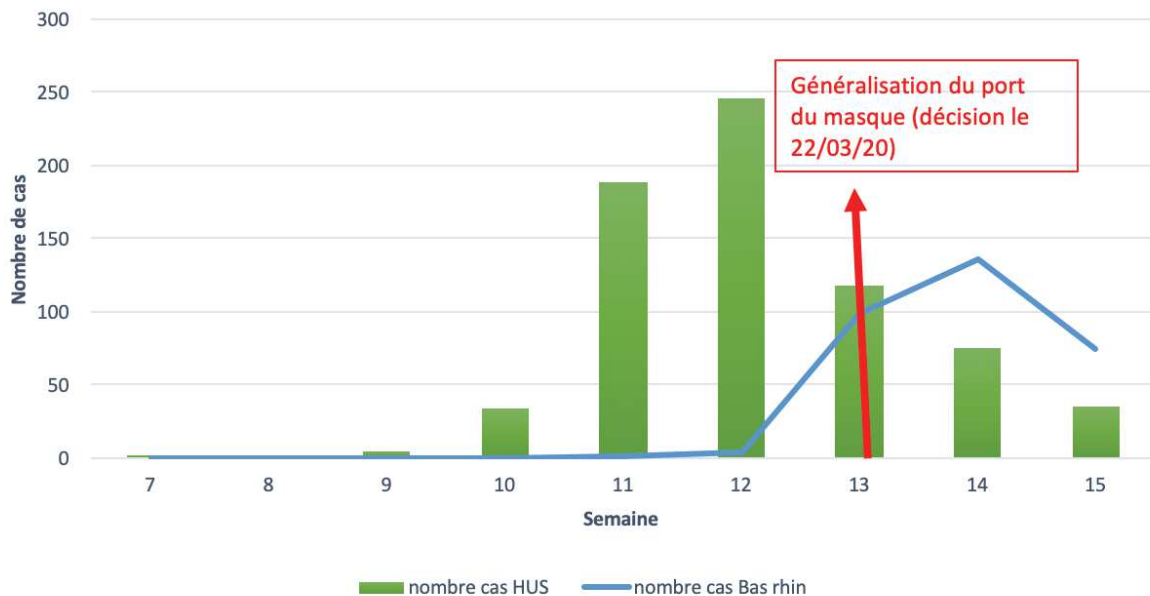


Figure 6 : Évolution des cas de Covid-19 aux HUS et dans le Bas-Rhin

Le Service de Santé au Travail du Personnel Hospitalier (SSTPH) met en place sans délai des actions de prévention qui évolueront au fil des nouvelles recommandations et connaissances, avec notamment l'éviction du personnel dit vulnérable, la prescription de masques avant sa généralisation et le suivi jusqu'au retour au travail des agents contaminés.

Voici par ordre chronologique une synthèse des actions initiées par le service de santé au travail à destination du personnel des HUS.

1. Éviction et quatorzaine pour les retours de zones à risques

Pour commencer, il a été mis en place des précautions particulières pour le personnel hospitalier revenant de zones à risques où circule activement le virus SARS-CoV-2, basées sur l'avis du HCSP du 26 février (70). Le SSTPH a appliqué ces recommandations en coordination avec la direction et les managers de proximité.

Les décisions étaient les suivantes :

- Les soignants ayant séjourné dans une zone à risque et ayant fréquenté un établissement de soin doivent observer obligatoirement une éviction de quatorze jours.
- Les soignants ayant uniquement séjourné dans une zone à risque, en l'absence de symptômes évocateurs (fièvre, toux) sont autorisés à travailler mais avec respect strict des mesures d'hygiène et port de masque chirurgical sur toute la durée du poste obligatoire.
- Pour les agents hospitaliers non soignants, les dispositions étaient les mêmes que pour la population générale.

2. Gestion du personnel vulnérable

Une campagne de communication à destination de l'encadrement et des personnels a été mise en place afin de prendre en compte les facteurs individuels pouvant être à l'origine de vulnérabilité face à une infection à SARS-CoV-2.

Début mars 2020, la généralisation du port du masque chez les personnels n'était pas encore recommandée sur le plan national et n'a été appliquée aux HUS qu'au 22 mars.

En effet, dans un contexte de pénurie des EPI et de rationalisation nationale, le port du masque chirurgical était réservé aux cas suivants :

- personnes présentant des signes d'infection respiratoire évoquant une Covid-19 et/ou aux patients Covid-19 ;
- professionnels de santé chargés des premiers secours et du transport sanitaire en cas de contact avec une personne de la catégorie citée ci-dessus ;
- personnel de santé en contact avec une personne présentant des signes d'infection respiratoire.

Le SSTPH en lien avec la direction, les membres de l'encadrement et les chefs de service a prescrit au cas par cas des mesures adaptées pour ces personnels.

Les facteurs suivants ont été pris en compte :

- l'âge, surtout au vue de la mobilisation de personnel retraité lors de la première vague épidémique ;
- les pathologies présentées par les agents ;
- le type de service d'affectation (service de soins ou non, service accueillant des patients Covid, service dédié aux patients Covid, service où les gestes à risque d'aérosols sont fréquents, ...) ;
- le poste de travail (les gestes et tâches effectués, la proximité des patients, la capacité à respecter les mesures barrières, ...).

Le SSTPH a pu mettre en place les mesures suivantes selon le cas :

- prescription individuelle de masque chirurgical jusqu'à la généralisation le 22 mars ;

- prescription de visière et de masque FFP2 ;
- prescription de télétravail pour les postes qui le permettent ;
- éviction des soins aux patients suspects ou confirmés Covid-19 ;
- éviction des services dédiés Covid.

Ces mesures ont été appliquées à tous les personnels de l'établissement, toutes catégories confondues, médicales ou non, soignantes ou non, y compris pour les internes et étudiants soignants en stage ou en renfort au sein des HUS.

L'avis médical était émis sous forme de courrier électronique adressé au cadre ou au chef de service, à l'agent et à la DRH. Il faisait mention que ces avis étaient susceptibles d'être modifiés avec l'évolution des connaissances. En ce qui concerne les choix de réaffectation ou d'éviction, elles n'étaient pas de la responsabilité du service de santé au travail.

Le télétravail était à privilégier pour les postes le permettant, il était de la responsabilité de l'encadrement. Dans les cas justifiés médicalement, il faisait l'objet d'une recommandation.

La prise en charge des personnels présentant des critères de vulnérabilité face à une infection à SARS-CoV-2 a évolué avec l'acquisition continue des connaissances scientifiques et les avis des sociétés savantes notamment celui de la Société Française de Médecine du Travail (SFMT) du 10 mars (75) qui émet des recommandations d'éviction des milieux de soins pour les personnels concernés par ces pathologies ou état de santé et par le Collège des Gynécologues Obstétriciens en ce qui concerne les femmes enceintes.

Au final, les recommandations de la SFMT du 10 mars sont présentées en annexe (Annexe C) ainsi que l'avis définitif du HCSP du 31 mars 2020 (Annexe D).

L'avis du 31 mars du HCSP donne une conduite à tenir pour la rationalisation et l'utilisation des masques dans les établissements de santé (76). Les recommandations du port de masque chirurgical concernent :

- Les patients présentant des symptômes respiratoires pouvant faire suspecter une contamination au SARS-CoV-2 et ceux dont le diagnostic a été posé ;
- Les personnels soignants prenant en charge ces patients ;
- Les personnels soignants considérés comme à risque de faire une forme grave de Covid-19 ;
- Les personnels qui sont cas contact, pour une durée de 14 jours.

En ce qui concerne l'opérateur effectuant les prélèvements naso-pharyngés dans le cadre du diagnostic de Covid-19, le port d'un masque FFP2 est recommandé.

Il n'est pas fait mention de conduite à tenir pour les gestes considérés à risque hormis le test diagnostic.

Dans des avis de la SFMT d'avril 2020, la notion de service à haute densité virale est introduite (77,78). Le SSTPH a établi des arbres décisionnels basé sur les données de la littérature afin de définir trois types de décision selon l'état de santé de l'agent :

- Pas d'affectation à un poste dans un service à haute ou basse densité de cas confirmés, c'est-à-dire pas d'affectation en secteur de soin.

Si aucune réaffectation temporaire n'était possible, l'agent devait être confiné à domicile.

- Pas d'affectation à un poste dans un service à haute densité de cas confirmés (classiquement les services dits « Covid dédiés ») mais possibilité d'être réaffecté

temporairement dans un service de soin à basse densité (dit « non Covid ») sans tâches affectées à des patients suspects ou confirmés de COVID-19.

- Maintien au poste habituel avec port d'un masque chirurgical voire FFP2 et respect strict des mesures d'hygiène (lavage des mains, pas de port de bijoux et montres, pas d'échange d'objets tels que stylo ou téléphone avec les collègues, désinfection régulière du poste de travail, ...).

3. Suivi téléphonique des agents contaminés par le SARS-CoV-2

Dans l'avis du 31 mars 2020 du HCSP, il est proposé que le service de santé au travail du personnel hospitalier de l'établissement concerné réalise un suivi des soignants ayant été exposés au SARS-CoV-2 (76). La conduite à tenir recommandée était la suivante :

- « En l'absence de symptômes :
 - Poursuite de l'activité professionnelle en évitant les services à risques ;
 - Port de masque chirurgical pendant les 14 jours suivant le contact exposant et lavage et désinfection régulière des mains ;
 - Auto-surveillance biquotidienne de la température ;
 - Éviter les contacts avec les personnes fragiles à risque de Covid-19.
- En cas de symptômes évocateurs de Covid-19 :
 - Interrompre les contacts professionnels ;
 - Contacter le service de santé au travail pour évaluation des symptômes et prélèvement diagnostique. »

Rapidement, avec l'explosion de l'épidémie aux HUS, ce suivi systématique de tous les agents contacts a été impossible à poursuivre et il a été mis en place un suivi uniquement pour les agents diagnostiqués positifs au SARS-CoV-2.

Il nous était communiqué la liste quotidienne des nouveaux cas parmi les agents, au début uniquement ceux diagnostiqués par RT-PCR. Ces agents étaient insérés dans un tableau Excel, comportant notamment leur poste et leur unité fonctionnelle (UF) d'affectation, la date du diagnostic. Plus tard, les agents dont le diagnostic a été fait par scanner thoracique ou cliniquement ont été également inclus et le suivi a été rattrapé. Ce qui signifie qu'aucun agent contaminé ne devrait avoir été manqué.

Le calendrier des entretiens téléphoniques se déroulait comme suit :

Consultation téléphonique	Commentaire
J8 à J10 après le diagnostic	À J8 - J10 du diagnostic, ce délai étant basé sur le pic symptomatique de J9 (au début l'appel était passé à J7 mais certains agents pour qui la reprise avait été autorisée se dégradaient à nouveau dans les jours suivants). Il a pour but de déterminer les premiers symptômes, le mode de transmission si connu, l'état de santé actuel et le poste occupé. Si la personne ne présentait plus de symptômes la reprise était autorisée par l'intermédiaire d'un email au cadre de santé.

N consultations avant reprise	Si à l'issue de la 1^{ère} téléconsultation, l'état de santé ne permettait pas un retour au poste, il était prévu un nouveau rendez-vous téléphonique dont le délai était apprécié selon l'état de santé (au maximum à 7 jours). Il y avait autant de téléconsultations nécessaires jusqu'à l'autorisation de la reprise. Quand la reprise était autorisée, un email était envoyé au cadre de santé. Si la reprise n'était pas autorisée dès la 1^{ère} téléconsultation, le cadre était également averti que l'agent avait bénéficié d'un entretien téléphonique mais que l'état de santé ne permettait pas la reprise et à quelle date il serait recontacté.
J7 après reprise	Une semaine après la reprise les agents étaient contactés à nouveau afin de faire un point sur des éventuelles difficultés (individuelles ou professionnelles) ou la présence de symptômes résiduels. S'ils étaient d'accord et au cas par cas, selon le tableau clinique présenté, il leur était proposé un rappel à 1 et 3 mois.
M1 et M3 après reprise	Entretien téléphonique pour faire un point sur l'évolution de l'état de santé, les éventuels symptômes résiduels, les difficultés au poste.

En cas de reprise, un aménagement de poste pouvait être envisagé et le port du masque était prescrit pour quatorze jours, même s'il était de toute manière généralisé.

4. Étude exploitant les informations recueillies lors du suivi des agents contaminés

Le SSTPH a réalisé une étude sur le lien entre le métier et la spécialité du service d'affectation et un potentiel sur-risque de contamination au SARS-CoV-2. L'étude a inclus 639 personnes.

Le personnel de santé inclus a été regroupé par métiers et par pôles d'exercice afin d'identifier les facteurs de risques professionnels.

L'étude a retrouvé un taux important d'atteinte par SARS-CoV-2 chez le personnel soignant, il s'élève à 6,76%.

Au sein du personnel « soignant », en termes de proportion de personnel infecté, 10,45% des cadres de santé ont été atteints, suivi de 7,96% des aides-soignants, 7,25% des sages-femmes et 6,05% des infirmières.

Ce taux de contamination chez les cadres nous a interpellés et a mené à l'étude actuelle. En effet, cette population n'a pas vocation à être en contact direct des patients, ses tâches consistent plutôt en du travail administratif et de gestion du personnel².

Le cadre de santé est donc *a priori* peu amené à intervenir directement dans les services en renfort des équipes soignantes et on pourrait supposer que le risque d'exposition et de contamination à la COVID-19 est faible, ce qui n'est pas reflété dans ces résultats.

² **Le cadre de santé** est un cadre de proximité, il est en charge de l'organisation des activités paramédicales et des soins au sein d'un service ou d'une unité fonctionnelle de soins. Il a plusieurs missions, l'animation et le management des équipes dont il a la charge (postes infirmiers, paramédicaux,...), la coordination et l'optimisation des moyens mis en œuvre pour le bon déroulement des soins (sur le plan des ressources humaines et financier) en veillant à la qualité et la sécurité des prestations. Ainsi que la relation, communication et information avec les autres acteurs de la structure hospitalière et l'enseignement par l'encadrement de stagiaires. Il est sous la responsabilité du cadre de santé supérieur ou cadre de pôle.

IV. Hypothèse

Afin d'expliquer le taux de 10% de contamination des cadres de santé des HUS par le SARS-CoV-2 relevé au cours du suivi du personnel par le Service de Santé au Travail pendant la crise sanitaire de mars à mai 2020, notre hypothèse est la suivante :

Un changement des habitudes professionnelles des cadres avec des interventions plus fréquentes auprès des patients et/ou des contacts plus rapprochés des équipes sont à l'origine d'un sur-risque.

V. Objectifs principaux et secondaires

1. Objectif principal

Identifier les facteurs de risques professionnels avec les potentiels changements d'activité en lien avec la pandémie, et les facteurs de risques individuels extra-professionnels qui auraient pu expliquer la prévalence des cas de cadres de santé contaminés durant l'épidémie.

2. Objectif secondaire

Améliorer la prévention et la connaissance des risques dans des situations de crise, notamment infectieux.

B. Étude

I. Matériels et méthodes

Nous avons réalisé une étude rétrospective, à méthodologie quantitative, menée auprès des cadres soignants en activité aux Hôpitaux Universitaires de Strasbourg (HUS) sur la période de mars à mai 2020, durant la première vague de la pandémie de Covid-19. Cette étude vient compléter les données issues du suivi du personnel ayant présenté un épisode infectieux compatible avec la Covid-19 mentionnée ci-dessus. Nous avons exploré les facteurs de risques professionnels et individuels qui pourraient être en lien avec un sur-risque de contamination au SARS-CoV-2 au sein de cette population.

1. Population concernée

L'étude porte sur les cadres de santé exerçant aux HUS sur la période de mars à mai 2020, qui correspond à la première vague pandémique.

Il s'agit d'un groupe 220 personnes.

2. Critères d'inclusion

Pour la population étudiée, les critères d'inclusion étaient :

- Cadres de santé de proximité ou de pôle ;
- Cadres de santé enseignants aux instituts de formation ;

- En activité aux HUS sur la période du 1^{er} mars au 31 mai 2020 (y compris ceux en arrêt maladie sur une partie de la période ou en télétravail) ;

Les cadres enseignants ont été inclus car ils ont été pour certains redéployés dans les services de soins.

3. Matériels de l'enquête

Les facteurs de risques professionnels et individuels pouvant être à l'origine d'un sur-risque de contamination à SARS-CoV-2 ont été évalués à l'aide d'un questionnaire comportant 23 items et structuré en deux parties (Annexe A). Il a été réalisé par le biais de l'outil en ligne gratuit Google Forms.

La qualité et la clarté du questionnaire ont été testés au sein du SSTPH par quatre médecins et deux infirmières, les items portant à confusion ou à l'incompréhension ont été modifiés ou reformulés.

Ce questionnaire a ensuite été adressé par courrier électronique à tous les cadres de santé des HUS sous la forme d'un lien URL, qu'ils pouvaient compléter en ligne. Ce lien était accompagné d'un texte expliquant notre démarche, les modalités de traitement des informations et une date limite pour soumettre le questionnaire.

4. Élaboration du questionnaire

Le but du questionnaire était d'explorer les facteurs professionnels et individuels qui pourraient expliquer un sur-risque de contracter la Covid-19 au sein de la population des cadres soignants.

Pour ce faire, le questionnaire était structuré en deux parties :

- Les facteurs professionnels ;
- Les facteurs individuels concernant l'état de santé.

Pour la première partie concernant les facteurs professionnels, nous avons souhaité connaître les unités fonctionnelles (UF) ou pôles fréquentés habituellement et ceux auxquels les cadres ont été affectés durant l'épidémie, afin d'apprécier d'une part de quelle nature étaient ces services (COVID dédié avec ou sans réanimation, COVID non dédié ou hors service de soin) et d'autre part si un changement de terrain aurait pu entraîner des difficultés d'adaptation ou une méconnaissance des spécificités.

Une question sur l'ancienneté au poste permettait également d'apprécier l'expérience professionnelle en tant que cadre.

Des questions ont porté sur les éventuelles tâches réalisées auprès des patients de manière exceptionnelle, en lien avec la situation sanitaire, ainsi que la disponibilité, l'adaptabilité et l'utilisation réelle des EPI et les conditions de cet usage (temps nécessaire pour appliquer les bonnes pratiques, mise à disposition facilitée, EPI en quantité suffisante, etc...). Des items ont

porté également sur la fréquence et les conditions des réunions entre collègues et/ou avec les équipes.

Pour la seconde partie concernant les facteurs individuels extra-professionnels, nous nous sommes intéressés au sexe et à l'âge et à certaines pathologies prédisposant à contracter la Covid-19. Le but était de rechercher un éventuel facteur protecteur, dans le sens où les agents présentant ces comorbidités bénéficiaient normalement d'une éviction au risque biologique.

Enfin, une question a porté sur la contamination à SARS-CoV-2 et la méthode diagnostique (RT-PCR, TDM thoracique, diagnostic clinique et sérologie positive à distance) afin de savoir qui dans la population avait été contaminé ou non.

5. Durée de l'enquête

L'enquête a duré trois mois de l'élaboration du questionnaire à l'analyse des résultats.

6. Critères de jugement principal

Nous avons déterminé sept facteurs d'intérêt principaux pouvant expliquer une différence d'incidence de l'infection au SARS-CoV-2. Ces facteurs sont les suivants :

- Ancienneté au poste ;
- Type de service fréquenté pendant la première vague épidémique (Covid dédié ou non) ;
- Temps de travail quotidien ;

- Réalisation de soins auprès des patients ;
- Dotation en EPI suffisante ;
- Respect des mesures barrières durant les temps de contact avec l'équipe ;
- Présence d'au moins une comorbidité.

Nous avons comparé ces facteurs entre le groupe de cadres contaminés et de cadres non-contaminés, afin d'en étudier le lien avec la survenue d'une infection par Covid-19.

7. Analyses statistiques

7.1. *Analyses descriptives*

Les variables qualitatives ont été décrites par les effectifs et les proportions de leurs modalités. Les variables quantitatives ont été décrites par leur moyenne et leur écart-type.

7.2. *Analyses inférentielles*

La comparaison des facteurs d'intérêt selon le statut des cadres vis-à-vis de la contamination (contaminé ou non-contaminé) a été effectuée par un test de Student pour les variables quantitatives ou par un test du Chi² pour les variables qualitatives. Le risque de première espèce a été fixé par convention à 5 %.

II. Résultats

1. Descriptif de la population d'étude

Au final, sur les 220 cadres soignants contactés, 103 ont participé à l'enquête en complétant le questionnaire. Ceci représente un taux de réponse à 46,8%.

L'âge moyen de la population est de 49,7 ans (écart-type de 8,1 ans), à prédominance féminine (84,5 %) avec un sex ratio de 5,4 femmes pour 1 homme.

L'ancienneté au poste est en moyenne de 12,2 ans (écart-type de 8 ans).

Les services d'affectation des cadres de l'étude sont :

- Service Covid dédié sans réanimation (42,7%) ;
- Service Covid non dédié (34,9%) ;
- Hors service de soin (32,0%) ;
- Service Covid dédié avec réanimation (22,3%).

L'amplitude horaire travaillée était en moyenne de 8,9 h avant l'épidémie (écart-type de 0,8 h) et de 10,4 h (écart-type de 1,2 h) pendant.

Concernant l'hypothèse d'une exposition auprès des patients durant la première vague épidémique, seulement 17,5% déclarent avoir effectué des renforts dans les équipes soignantes, 66% déclarent ne pas avoir eu de contact avec les patients et 16,5% déclarent ne pas avoir été concernés.

Sur la question des types de soins réalisés auprès du patient, 52 cadres (50,5%) ont déclaré avoir réalisé au moins un acte de soin durant la pandémie (cf. Tableau 5 : Effectifs et proportions de la réalisation des actes de soins).

Le descriptif de la population d'étude est détaillé dans le Tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 : Caractéristiques démographiques et professionnelles de la population d'étude

Caractéristiques démographiques et professionnelles	Statistiques population d'étude (n = 103)
Sexe (n (%))	
Féminin	87 (84,5%)
Masculin	16 (15,5%)
Âge (années) (Moyenne $\pm$ écart-type)	49,7 $\pm$ 8,1
Service d'affectation durant l'épidémie (n (%))	
Covid dédié avec réanimation	23 (22,3%)
Covid dédié sans réanimation	44 (42,7%)
Covid non dédié	36 (34,9%)
Hors service de soin	33 (32,0%)
Ancienneté au poste (années) (Moyenne $\pm$ écart-type)	12,2 $\pm$ 8,0
Amplitude horaire (h) (Moyenne $\pm$ écart-type)	
Avant l'épidémie	8,9 $\pm$ 0,8
Durant l'épidémie	10,4 $\pm$ 1,2
Renfort équipe soignante durant l'épidémie (n (%))	
Oui	18 (17,5 %)
Non	68 (66,0 %)
Non concerné	17 (16,5 %)

2. Descriptif des critères d'évaluation

2.1. Facteurs professionnels

2.1.1. Réalisation d'actes de soins

L'acte de soin le plus réalisé a été le transfert ou la mobilisation de patients (réalisé « au moins une fois par jour », « au moins une fois par semaine » et « au moins une fois par mois », respectivement : 7,8%, 13,6% et 13,6%), puis le brancardage (1,9%, 6,8% et 19,4%), la pose de voie veineuse ou la réalisation d'injections (1,9%, 0,9% et 8,7%).

Les résultats et proportions sont détaillés dans le Tableau 5 et la Figure 7.

Tableau 5 : Effectifs et proportions de la réalisation des actes de soins

Réalisation des actes de soins	Statistiques population d'étude (n = 103)
Cadres ayant déclaré avoir réalisé des soins durant la pandémie (n (%))	52 (50,5%)
Types d'actes de soins	
Soins considérés à haut risque ou au niveau de la sphère	
ORL (n (%))	
Au moins 1 fois par jour	3 (2,9%)
Au moins 1 fois par semaine	1 (0,9%)
Au moins 1 fois par mois	2 (1,9%)
Jamais	85 (82,5%)
Aide à la toilette (n (%))	
Au moins 1 fois par jour	2 (1,9%)
Au moins 1 fois par semaine	1 (0,9%)
Au moins 1 fois par mois	5 (4,9%)
Jamais	83 (80,6%)
Manipulation bassins / sonde urinaire (n (%))	
Au moins 1 fois par jour	1 (0,9%)

Au moins 1 fois par semaine	3 (2,9%)
Au moins 1 fois par mois	7 (6,8%)
Jamais	79 (76,8%)

Transferts et mobilisation de patients (n (%))

Au moins 1 fois par jour	8 (7,8%)
Au moins 1 fois par semaine	14 (13,6%)
Au moins 1 fois par mois	14 (13,6%)
Jamais	56 (54,4%)

Brancardage (n (%))

Au moins 1 fois par jour	2 (1,9%)
Au moins 1 fois par semaine	7 (6,8%)
Au moins 1 fois par mois	20 (19,4%)
Jamais	61 (59,2%)

Prélèvements biologiques (n (%))

Au moins 1 fois par jour	1 (0,9%)
Au moins 1 fois par semaine	3 (2,9%)
Au moins 1 fois par mois	5 (4,9%)
Jamais	80 (77,7%)

Distribution des médicaments (n (%))

Au moins 1 fois par jour	0 (0%)
Au moins 1 fois par semaine	1 (0,9%)
Au moins 1 fois par mois	1 (0,9%)
Jamais	87 (84,5%)

Réfection de pansements (n (%))

Au moins 1 fois par jour	1 (0,9%)
Au moins 1 fois par semaine	0 (0%)
Au moins 1 fois par mois	3 (2,9%)
Jamais	85 (82,5%)

Pose de voie veineuse ou injections (SC, IM, IV, ...) (n (%))

Au moins 1 fois par jour	2 (1,9%)
Au moins 1 fois par semaine	1 (0,9%)

Au moins 1 fois par mois	9 (8,7%)
Jamais	76 (73,8%)

Entretiens avec les patients (n (%))

Au moins 1 fois par jour	3 (2,9%)
Au moins 1 fois par semaine	5 (4,9%)
Au moins 1 fois par mois	3 (2,9%)
Jamais	81 (78,6%)

Bio-nettoyage du service (n (%))

Au moins 1 fois par jour	1 (0,9%)
Au moins 1 fois par semaine	0 (0%)
Au moins 1 fois par mois	0 (0%)
Jamais	102 (99,1%)

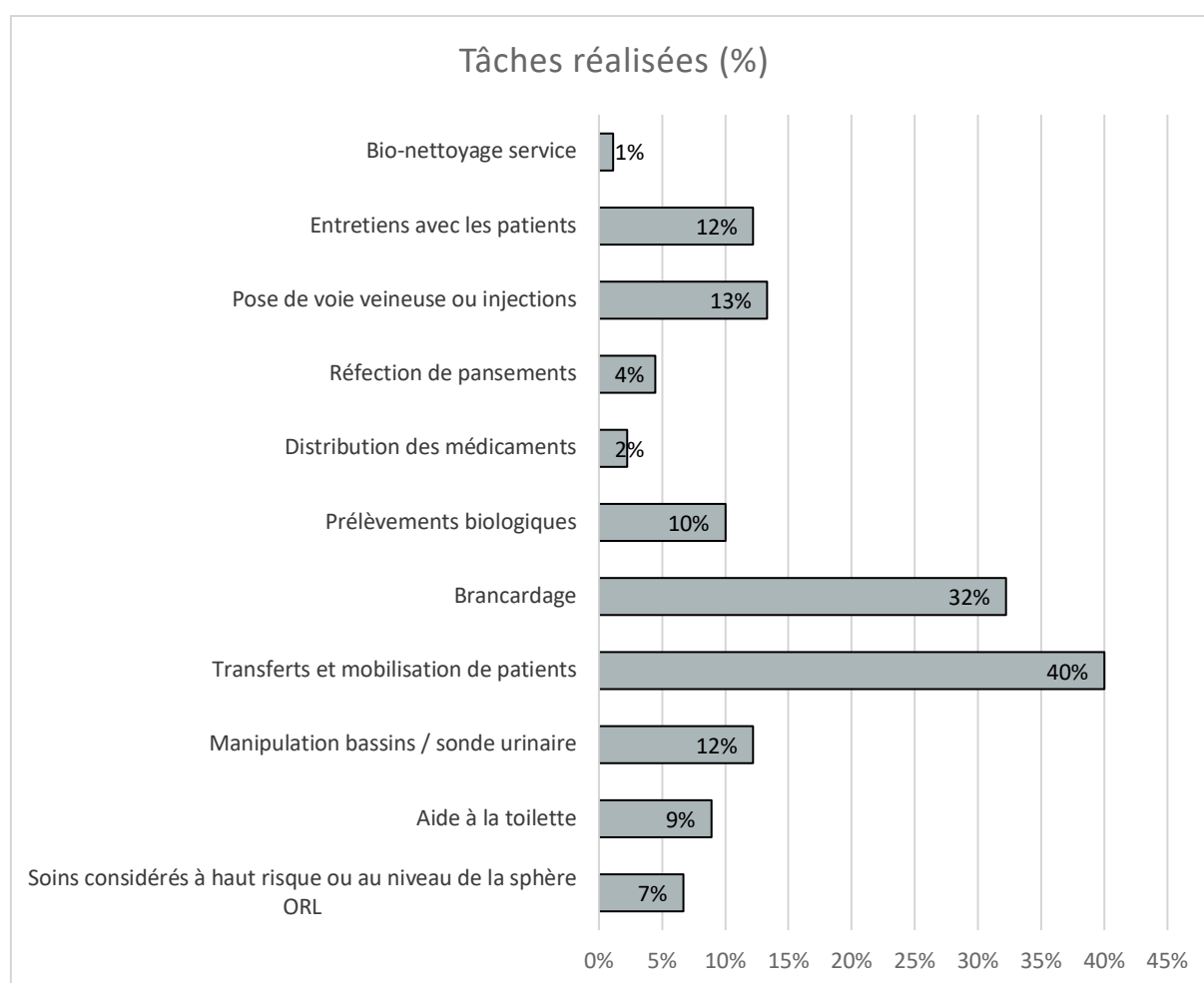


Figure 7 : Répartition des types de tâches réalisées (%)

*2.1.2. Prévention : disponibilités et utilisation des EPI, gestes et mesures
barrières*

Ces critères sont détaillés dans le Tableau 6.

En ce qui concerne les gestes barrières, 77,6 % estiment avoir disposé du temps nécessaire pour réaliser les précautions standards (lavage des mains, friction de SHA, ...), 11,7 % ont estimé ne pas être concernés et une seule personne (0,9 %) a estimé ne pas avoir eu le temps nécessaire. Pour le bio-nettoyage, une majorité de cadres (65 %) a estimé qu'il avait été suffisamment efficace, 12,6 % que non et 12,6 % se sont déclaré non concernés.

En ce qui concerne la dotation en EPI, une majorité (44,6 %) estime qu'elle a été suffisante, contre 37,8 % et une petite part (6,8 %) n'était pas concernée.

Concernant la question sur la fréquence des temps d'échange avec les collègues ou l'équipe (staffs, pauses, repas, ...) par rapport à la période avant la pandémie : ils ont été jugés majoritairement plus fréquents (47,6%), puis moins fréquents (23,3%), similaires (16,5%) et enfin 2,9% ont estimé ne pas être concernés.

En ce qui concerne le respect des mesures barrières durant ces temps d'échange, 43,7% ont estimé que c'était aisé et 34,9% ont estimé que c'était difficile. Enfin, 6,8% estiment ne pas avoir pu respecter les mesures barrières durant ces temps et 3,9% n'étaient pas concernés.

Tableau 6 : Effectifs et proportions concernant l'application des mesures de prévention

Type de prévention	Statistiques population d'étude (n = 103)
Précautions standards (lavage des mains, friction de SHA, ...) (n (%))	
Oui	80 (77,6%)
Non	1 (0,9%)
Non concerné	12 (11,7%)
Efficacité du bio-nettoyage (n (%))	
Oui	67 (65%)
Non	13 (12,6%)
Non concerné	13 (12,6%)
Dotation suffisante en EPI estimée (n (%))	
Oui	46 (44,6%)
Non	39 (37,8%)
Non concerné	7 (6,8%)
Fréquence des temps d'échange avec les collègues par rapport à la période habituelle (n (%))	
Plus fréquents	49 (47,6%)
Similaires	17 (16,5%)
Moins fréquents	24 (23,3%)
Non concerné	3 (2,9%)
Respect des mesures barrières durant les temps d'échange avec les collègues (n (%))	
Oui, aisément	45 (43,7%)
Oui, mais difficilement	36 (34,9%)
Non	7 (6,8%)
Non concerné	4 (3,9%)

2.2. Facteurs individuels

Vingt-neuf cadres ont déclaré avoir été contaminés par le SARS-CoV-2 durant la première vague épidémique :

- 68,9% par PCR ;
- 13,8% cliniquement par un médecin ;
- 10,3% par scanner thoracique ;
- 6,9% tardivement par la sérologie.

En ce qui concerne l'état de santé de la population d'étude, 19 participants (18,5%) ont déclaré avoir au moins une pathologie à risque de faire une forme grave de Covid-19 (cf. détails du Tableau 7 : Effectifs et proportions des facteurs individuels de santé).

Tableau 7 : Effectifs et proportions des facteurs individuels de santé

Facteurs individuels de santé	Statistiques population d'étude (n = 103)
Contamination Covid-19 (n (%))	
Non	74 (71,8%)
Oui	29 (28,2%)
<i>Oui sur la population totale des cadres HUS (n = 220)</i>	<i>13,2%</i>
<i>Dont moyen de diagnostic :</i>	
PCR	20 (68,9%)
Scanner thoracique	3 (10,3%)
Clinique	4 (13,8%)
Sérologie tardive	2 (6,9%)
Immunodépression (n (%))	3 (2,9%)
<i>Dont :</i>	
Chimiothérapie en cours	0 (0%)

Antécédent greffe d'organe solide ou cellules souches hématopoïétiques	0 (0%)
Infection à VIH	0 (0%)
Hémopathie maligne	2 (1,9%)
Prise d'immunosuppresseur, de biothérapie et/ou de corticothérapie à dose immunosuppressive	1 (0,9%)
Diabète (n (%))	7 (6,8%)
Diabète de type I	1 (0,9%)
Diabète de type II	2 (1,9%)
Traitement par insuline	1 (0,9%)
Traitement par antidiabétiques oraux	2 (1,9%)
Équilibré	2 (1,9%)
Déséquilibré	1 (0,9%)
Complications du diabète	0 (0%)
Pathologies pulmonaires chroniques (n (%))	6 (5,8%)
Dont :	
Bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO)	0 (0%)
Asthme sévère ou instable	1 (0,9%)
Syndrome d'apnée obstructive du sommeil (SAOS)	1 (0,9%)
Mucoviscidose	0 (0%)
Diminution de la capacité pulmonaire (séquelles traumatiques, radiologiques, fibrose, ...)	1 (0,9%)
Syndrome drépanocytaire ou splénectomie (n (%))	3 (2,9%)

2.3. Analyses statistiques sur les critères principaux de l'étude

Afin d'étudier le lien entre les 7 facteurs d'intérêt identifiés et la présence ou non d'une contamination par le SARS-CoV-2, nous avons comparé ces facteurs entre les groupes cadres contaminés et non contaminés.

Les résultats présentés dans le Tableau 8 mettent en évidence un effet protecteur significatif d'une dotation en EPI suffisante (60,3% parmi les non contaminés contre 29,4% parmi les contaminés ; p-valeur = 0,029) ainsi que du respect des mesures barrières (95,7% parmi les non contaminés et 77,8% parmi les contaminés ; p = 0,029).

Les autres facteurs ne mettent pas en évidence de modification particulière du risque de contamination.

Tableau 8 : Comparaison de la proportion de contaminés et non contaminés par rapport aux facteurs de risque de contamination à la Covid-19

Variables	Cadres contaminé	Cadres non contaminé	p-valeur
Ancienneté au poste (années) (moyenne $\pm$ écart-type)	12,5 $\pm$ 7,2	12,2 $\pm$ 8,3	0,877
Affectation dans un service Covid dédié (n (%))	15 (51,7%)	46 (62,2%)	0,455
Temps de travail quotidien (heures) (moyenne $\pm$ écart-type)	10,3 $\pm$ 1,2	10,4 $\pm$ 1,2	0,684
Réalisation de soins (n (%))	8 (42,1%)	44 (59,5%)	0,271
Dotation en EPI (n (%))	5 (29,4%)	41 (60,3%)	0,029
Respect des mesures barrières (n (%))	14 (77,8%)	67 (95,7%)	0,029
Comorbidité (n (%))	4 (14,3%)	12 (16,4%)	0,999

III. Discussion

Nous avons souhaité explorer dans ce travail si un changement des habitudes professionnelles des cadres de santé avec des interventions plus fréquentes auprès des patients et/ou des contacts plus rapprochés des collègues sont à l'origine d'un sur-risque de contamination au SARS-CoV-2 et ainsi expliquer la prévalence des cas de contamination parmi les cadres de santé aux HUS, en s'intéressant tout particulièrement à la composante professionnelle et à la prévention.

Cette étude fait suite à un constat du suivi prospectif des agents contaminés réalisé par le SSTPH où il a été retrouvé un taux de contamination de 10% parmi les cadres contre seulement 6% parmi les infirmiers. Or, nous sommes partis du postulat que le cadre de santé n'était pas à considérer comme du personnel soignant car bien qu'il en ait les compétences, ses tâches sont davantage d'ordre administrative et managériale. Dans ce sens, les résultats de ce suivi nous sont apparus surprenants car nous nous serions attendus à ce que la proportion de personnel infecté soit supérieur chez les soignants, notamment les infirmiers, que chez les cadres. Par ailleurs, les réponses à notre enquête ont révélé davantage de cadres contaminés par rapport aux données dont nous disposons ce qui indique que le circuit de déclaration a présenté des failles et que nos chiffres sont sous-estimés. Ce constat donne d'autant plus d'importance à notre travail.

Nous avons choisi sept facteurs d'intérêt pour étudier le lien avec une contamination ou non au Covid-19 que nous allons détailler. Il faut souligner que le choix de ces facteurs s'est basé sur la littérature, en début d'épidémie, où les connaissances sur le virus étaient encore faibles

et qu'elles ont nettement évolué depuis. Notre choix nous paraissait particulièrement pertinent car pour la plupart, ils constituent un facteur de risque documenté de contamination. D'autres sont des facteurs modifiables et perfectibles sur le plan de la prévention, tels que le respect des mesures barrières et l'utilisation des EPI, et il paraissait donc intéressant de les rechercher afin d'appuyer l'intérêt de notre démarche. Enfin, le dernier facteur concernant la présence d'une comorbidité est basé sur notre pratique clinique, puisque nous ne recherchions pas là la susceptibilité des cas à faire une forme grave de Covid-19 mais le fait que ce facteur soit protecteur dans le sens où les cas concernés auraient dû être retirés de l'exposition au risque.

L'ancienneté au poste : on suppose que plus l'expérience professionnelle était grande, plus facile était l'adaptation à la situation de crise qu'a engendré l'épidémie. *A contrario*, pour un jeune cadre soignant avec peu d'expérience, la gestion d'une situation de crise aurait pu poser plus de difficultés. Cet argument peut être discuté si on suppose qu'un cadre avec peu d'ancienneté serait plus coutumier des soins, puisqu'il exerçait en tant que soignant de terrain plus récemment qu'un cadre ayant de nombreuses années d'ancienneté. Les résultats de notre étude ne révèlent pas de différence significative concernant l'ancienneté entre les cadres contaminés ou non, ceci pouvant s'expliquer par notre faible effectif. Dans la littérature, plusieurs études (60,61,79) suggèrent que le manque de formation du personnel soignant a représenté un facteur de risque de contamination. Ce postulat ne s'applique pas tout à fait à notre étude puisque notre population n'est pas du personnel soignant à proprement parlé, d'autant que nous n'avons pas exploré cette variable. Cependant notre étude explore les changements dans les habitudes professionnelles des cadres soignants, avec

notamment le contact direct auprès des patients et la question sur la perception d'un éventuel manque de formation aurait été intéressante à explorer.

Le type de service d'affectation pendant la première vague épidémique (Covid dédié ou non) : on suppose que la fréquentation d'un service « Covid dédié » expose à un sur-risque de contamination par rapport à celle d'un service « non Covid dédié ». Les résultats de l'étude ne mettent pas en avant de différence significative entre les cadres contaminés ou non. Dans l'interprétation de nos résultats nous avons fait le choix de rassembler sous « Covid dédié » les services avec ou sans réanimation prenant en charge des patients diagnostiqués Covid et sous « non Covid dédié » les services de soins conventionnels et les services hors soin car les agents ont pu être affectés à un ou plusieurs secteurs, ce qui rendait l'interprétation difficile. Cela pourrait constituer un biais en supposant que le risque est majoré dans un service de soin par rapport à un service administratif. Or ce biais s'équilibre car, dans le cadre des témoignages recueillis au décours du suivi des cadres contaminés, nombreux sont ceux hors service Covid qui ont déclaré avoir été contaminés par un collègue dans les temps d'échanges, ce point sera rediscuté plus loin. L'étude de Li Ran et al. (60) sur 72 personnes a exploré les facteurs de risque et les comportements associés au développement de Covid-19 chez les soignants et a retrouvé que le fait de travailler dans un département « à haut risque » était 2,13 fois plus risqué que dans un département « général » (RR = 2,13, IC 95% : 1.45 – 3.95, $p < 0,05$). Nous nous serions attendus à observer des résultats similaires, mais ceci peut s'expliquer par le fait que notre population n'est pas du personnel soignant à proprement parlé ou que le fait qu'il ait pu fréquenter à la fois les deux types de secteurs (Covid dédié ou non) ait constitué un biais de confusion.

Le temps de travail quotidien : nous supposons que plus l'amplitude horaire journalière est grande, plus la personne est exposée longtemps et à de nombreux patients et plus elle risque de fatiguer et de réaliser des erreurs, et donc plus le risque de contamination est important. L'étude de Li Ran et al. (60) va dans ce sens, elle met en évidence la grande amplitude horaire de travail comme facteur de risque de contamination. En effet la courbe de Kaplan Meyer révèle que la proportion cumulée de personnes exemptes d'infection diminue significativement avec les heures de travail quotidiennes, notamment dans les unités Covid dédiées. Ils ajoutent que, selon eux, tout personnel qui travaillerait 15 heures par jour dans un secteur « à haut risque » serait infecté. Dans notre étude, les résultats ne mettent pas en évidence de différence significative. Nous n'attendions pas ce résultat mais il peut s'expliquer en partie par le fait que le nombre d'heures de travail quotidien était moindre à celui de l'étude et qu'encore une fois il s'agissait d'une population de personnel soignant contrairement à la nôtre.

La réalisation de soins auprès des patients : nous sommes partis du postulat que le contact direct auprès des patients, par la réalisation de divers actes infirmiers, représentait un sur-risque d'infection par rapport à l'absence de contact. Dans une étude chinoise (80) qui porte sur l'analyse des facteurs d'exposition de 30 soignants infectés, il est démontré qu'un contact à moins d'un mètre avec un patient atteint de Covid-19 avec une durée moyenne de contact cumulée de 2 heures (1,5 à 2,7 heures) constituait un facteur de risque. Les résultats de notre étude ne mettent pas en avant de différence significative. Cela peut s'expliquer du fait qu'on a considéré qu'un cadre a réalisé des soins à partir du moment où il a réalisé au moins un type de soin, peu importe la fréquence, or certains n'ont réalisé d'actes que de manière hebdomadaire voire mensuelle. Il aurait été difficile de quantifier plus précisément la durée

et la fréquence des actes réalisés puisque les données ont été recueillies rétrospectivement avec un potentiel biais de rappel.

La dotation suffisante en équipements de protection individuelle (EPI) : il nous paraît nécessaire de rappeler le contexte concernant les EPI, aux HUS comme sur tout le territoire, à savoir que nous avons souffert d'une pénurie au niveau des masques chirurgicaux et FFP2, ce qui a conduit à la mise en place d'une rationalisation. À partir du 22 mars 2020 seulement, tout le personnel aux HUS a pu bénéficier d'une dotation en masques. Dans les résultats on constate qu'une majorité de participants estime avoir bénéficié d'une dotation adaptée et suffisante en EPI. Nos résultats mettent en avant un effet protecteur significatif de cette quantité d'EPI suffisante. Ceci appuie l'importance de ces équipements et est cohérent avec plusieurs études (60,61,79) qui identifient tous la pénurie ou l'inadéquation des EPI comme facteur de risque de contamination au SARS-CoV-2 parmi les soignants. Cependant, la disponibilité des EPI ne préjuge pas de leur utilisation adéquate de laquelle pourrait découler un faux sentiment de protection qui serait très préjudiciable. Dans ce sens, il est nécessaire de poursuivre les efforts de prévention et de formation des équipes au bon usage des EPI puisque leur effet protecteur est démontré. Il serait intéressant d'explorer plus précisément les conditions d'utilisation de ces EPI et de rechercher un lien avec la contamination au SARS-CoV-2.

Le respect des mesures barrières durant les temps de contact avec l'équipe : les résultats de notre étude indiquent que ces temps d'échange ont été plus fréquents qu'en période habituelle, on s'est donc demandé si les mesures barrières (lavage des mains, friction SHA, port du masque, respect de la distanciation) avaient pu être bien respectées ou qu'au

contraire elles ne l'avaient pas été et que cela avait pu constituer un facteur de risque de contamination. En grande majorité les mesures ont pu être correctement respectées et les résultats mettent en avant un effet protecteur. C'est un résultat attendu et cohérent avec les données de la littérature qui identifient une hygiène des mains sous-optimale comme facteur de risque de développement de la Covid-19 chez les soignants avec un risque 2,64 fois supérieur (60) tout comme le manque de formation du personnel sur le plan de la protection ou le manque de temps dû à un grand afflux de patients pour appliquer les gestes barrières (79).

Il faut noter que pour la réalisation des statistiques les réponses à cet item qui étaient « Oui, aisément » et « Oui, difficilement » ont été rassemblées. Dans les commentaires des participants à l'étude, les principaux critères relevés qui avaient permis de répondre « Oui, aisément » étaient la taille suffisamment grande des locaux pour respecter la distanciation ainsi que la réduction ou limitation des effectifs. À l'inverse, pour ceux qui ont répondu « Oui, mais difficilement », les critères étaient la promiscuité en très grande majorité (locaux trop petits, impossibles à aérer, ...), le trop grand effectif en lien avec l'arrivée de renforts et le manque d'informations sur la transmission du virus. Enfin, pour ceux ayant répondu « Non » il s'agissait principalement du problème de manque de masque en début d'épidémie. Nous sommes surpris qu'aucun participant n'ait dénoncé le manque de temps dû au contexte d'urgence, cela se retrouverait peut-être davantage dans les populations soignantes. Au regard de ces commentaires, il semble exister une inégalité manifeste dans notre population d'étude entre les services, liée à leur type d'activité (effectifs réduits, mis en télétravail ou au contraire majorés) et à la nature de leurs locaux (présence de climatisation, de ventilation naturelle ou non).

Enfin, nous avons recherché la **présence d'au moins une comorbidité à risque de faire une forme grave de Covid-19**, car comme nous l'avons vu plus haut, les personnels concernés pouvaient bénéficier d'un aménagement de poste avec exemption de contact ou d'affectation dans des services prenant en charge des patients positifs ou suspects de SARS-CoV-2. Cela pouvait constituer un facteur protecteur du point de vue du risque de contamination. Les résultats ne montrent aucune effet bénéfique ou péjoratif significatif. Il faut souligner que seul un faible nombre de participants présente l'une des comorbidités recherchées, ceci étant potentiellement en lien avec le biais du travailleur sain et dans ce contexte une absence de résultat significatif était prévisible.

Nos résultats n'ont pas permis de mettre en lumière un sur-risque statistiquement significatif autant sur le plan des facteurs professionnels qu'individuels. Mais on peut supposer que l'application rigoureuse des gestes barrières et du port des EPI, qui est reflétée par des résultats significatifs, pourrait expliquer que les perturbations dans les habitudes professionnelles ont pu être équilibrées.

Le travail d'élaboration du questionnaire a été réalisé en début d'épidémie, nous disposions alors de peu de connaissances. Nous nous sommes appuyés sur les données de la littérature existante, les avis des autorités scientifiques, ainsi que sur notre pratique clinique.

À l'usage nous constatons que le questionnaire aurait pu être perfectible puisque certains points semblent avoir été mal compris notamment concernant le renfort aux soignants, 18 cadres (17,5 %) seulement ont déclaré avoir réalisé des renforts, et donc avoir été en contact

avec des patients alors que dans la suite du questionnaire ils sont 52 (50,5 %) à avoir déclaré la réalisation de soins précis.

Nous avons fait le choix de proposer de nombreux items concernant les tâches réalisées afin d'être le plus précis pour aider au rappel, et nous nous félicitons de ce choix au regard du point évoqué au paragraphe précédent. Sans cela, le facteur réalisation de soins aurait été largement sous-estimé.

Nous n'avons pas cherché de lien entre la nature des tâches et la contamination, même si nous savions certaines tâches plus exposantes que d'autres, tels que les actes de la sphère ORL. En effet, nos effectifs étant trop faibles et les tâches réalisées de manière trop ponctuelles pour la plupart ne nous auraient pas apporté de résultat pertinent.

Le facteur « efficacité du bio-nettoyage » avait été sélectionné basé sur notre pratique clinique, mais nous n'avons pas trouvé de données de la littérature à ce sujet. Il est donc intéressant dans le cadre de la démarche de prévention de savoir que 65% des cadres a estimé que ce bio-nettoyage avait été efficace mais il ne nous paraissait pas pertinent de rechercher un lien avec la contamination.

La question sur la fréquence des temps d'échange avec les collègues était intéressante pour objectiver un changement dans les habitudes professionnelles. En effet, 49 cadres (47,6%) déclarent que ces temps ont été plus fréquents. Le facteur d'intérêt pour explorer un lien entre ces temps et une potentielle contamination était de savoir si les mesures barrières avaient pu être correctement appliquées à ces occasions. Les commentaires libres ont été très informatifs pour étayer la discussion.

Les items concernant les comorbidités ont été sélectionnés en se basant sur les données de la littérature et notamment les avis du HCSP qui ont guidé nos démarches. Nous avons été volontairement limitatifs dans la liste des comorbidités, en évitant celles qui ne semblaient pas compatibles avec une situation en poste (ex : insuffisance cardiaque NYHA IV) ou qui ne justifiaient pas à elles seules une éviction (ex : hypertension artérielle).

Notre étude présente des biais et limites, notamment en lien avec le fait qu'il s'agit d'une étude unicentrique, avec un effectif restreint, et que les données sont basées sur un auto-questionnaire rétrospectif.

Il s'agit d'une étude unicentrique, portant uniquement sur un centre hospitalier universitaire d'une même ville. Il aurait été intéressant de savoir comment s'est déroulée la réorganisation des soins dans d'autres établissements, de type (structures plus petites, secteur privé, ...) ou de localisation différents étant donné que notre zone géographique a été impactée tout particulièrement et précocement par la première vague épidémique.

Dans d'autres établissements, on peut supposer que les agents ou salariés n'ont pas bénéficié du même suivi par la médecine du travail. Il serait intéressant d'objectiver dans une étude ultérieure, si des différences de prise en charge ont pu avoir un impact sur la contamination du personnel. Nous pourrions comparer le taux de contamination des personnels entre les différents établissements ce qui permettrait de voir si la démarche adoptée aux HUS a montré son efficacité dans la protection des agents.

L'effectif de notre étude est restreint, avec un taux de participation de 46,8%. Aussi, une seule catégorie socio-professionnelle a été prise en compte dans cette enquête. Il aurait été intéressant de pouvoir comparer notre population à d'autres catégories fortement impactées sur le plan de la contamination, telles que les soignants ou le personnel médical.

Enfin, les données sont basées sur un auto-questionnaire rétrospectif, ce qui peut entraîner des biais concernant la mémoire des faits et l'objectivité.

En revanche ce travail, dans un contexte en perpétuelle mouvance pour mieux connaître une épidémie aux conséquences désastreuses, présente comme intérêt de cibler une population peu étudiée. Il peut exister dans cette dernière de potentiels critères de gravités, en effet la moyenne d'âge au sein des cadres est sans doute légèrement supérieure à la moyenne des soignants.

Notre travail permet également d'avoir un impact direct en terme de pratiques de prévention, en validant l'efficacité du port des EPI et du respect de mesures barrières.

Début mars 2020 il est installé au sein de notre établissement un Centre Ambulatoire de Dépistage (CAD). Initialement, sa capacité limitée à 150 prélèvements de RT-PCR par jour avec des critères de dépistage limités³ le rend peu accessible. Ceci étant lié au temps nécessaire à la mise en place, à la formation des préleveurs et au manque de matériel (réactifs pour la RT-PCR). De nombreux agents n'ont donc pas pu être dépistés au début et parmi ceux qui l'ont

³ Initialement seuls étaient dépistés les agents présentant les 3 caractéristiques suivantes : un tableau clinique « typique », c'est à dire fièvre associée à de la toux, une notion de contact positif et la qualité de soignant. Les tests de dépistage se sont ensuite ouverts à tous les agents des HUS, à davantage de symptômes avec l'évolution des connaissances et sans forcément la notion de cas contact.

été il y eu des faux négatifs (maintenant il est réalisé deux prélèvements afin d'y palier). Ces agents ont donc bénéficié de sérologies de rattrapage mais qui ont été négatives pour la plupart et peu contributives.

Le questionnaire a dénombré davantage de cadres contaminés que les données dont nous disposons, via le suivi des agents contaminés réalisé par le SSTPH (29 cas contre 21⁴). Ceci pourrait traduire un défaut dans le circuit de signalisation au SSTPH d'une part et un défaut de diagnostic en lien avec les difficultés initiales au niveau du CAD d'autre part. Il en découle que les données de suivi dont nous disposons concernant les agents contaminés pourraient être sous-estimées.

Les résultats de notre étude n'ont pas permis de répondre à l'hypothèse qu'un changement dans les habitudes professionnelles des cadres de santé aient été générateur d'un sur-risque d'exposition au SARS-CoV-2. Nous n'avons pas identifié formellement de facteur professionnel ou individuel qui pourrait expliquer la prévalence des cas de contaminations parmi les cadres. En revanche nous avons pu appuyer l'importance des mesures barrières et des équipements de protection individuelle dont la formation et la promotion rapide et précoce est essentielle afin de nous préparer à une potentielle nouvelle vague ou à tout autre catastrophe biologique. Dans cette démarche, il nous paraît également primordial de détecter rapidement et d'isoler les personnels contaminés afin de limiter la propagation interprofessionnelle.

⁴ 3 par PCR, 1 par TDM thoracique, 2 cliniquement et 2 par sérologie de rattrapage

Enfin, il serait intéressant de réaliser dans des études ultérieures une recherche de l'impact psychologique de la pandémie sur les agents. Cet aspect n'a pas été exploré dans notre travail, or en s'appuyant sur les témoignages recueillis au décours du suivi par le SSTPH et de la littérature (61,79) la part du stress psychologique du personnel imputable au côté professionnel (intensité du travail, état d'urgence, afflux important de patients, manque de moyens, ...) et personnel (craintes pour sa santé et celle de sa famille) ne devrait pas être sous-estimée dans l'évaluation du risque et devrait être évaluée.

IV. Conclusion

La pandémie Covid-19 a nécessité une réorganisation complète des établissements de santé et le CHU de Strasbourg situé dans la région Grand Est a été particulièrement impacté par la 1^{ère} vague de l'épidémie qui a débuté en février-mars 2020. Cette réorganisation a comporté une déprogrammation massive des hospitalisations non urgentes pour libérer des lits mais aussi du personnel afin d'accueillir les patients Covid-19. Certains professionnels ont dû changer de service ou effectuer des tâches nouvelles les mettant plus en lien avec les soins directs aux patients Covid. C'est l'hypothèse principale que nous avons émise afin d'expliquer le taux de contamination inhabituel par le SARS-CoV-2 des cadres de santé aux Hôpitaux Universitaires de Strasbourg (HUS).

En effet, au décours du suivi du personnel par le Service de Santé au Travail du Personnel Hospitalier durant la crise sanitaire de mars à mai 2020, un taux de contamination de 10% a été relevé au niveau des cadres de santé alors qu'il n'était que de 6 % en moyenne pour l'ensemble du personnel sur cette même période.

Une étude a été menée afin d'identifier les facteurs de risques professionnels et individuels pouvant expliquer une prévalence plus importante de contamination au sein de cette catégorie professionnelle qui habituellement est plus chargée de tâches administratives ou de gestion des plannings et des équipes que directement au contact des patients. Nous avons questionné les habitudes professionnelles pendant la crise : des interventions plus fréquentes auprès des patients et/ou des contacts plus rapprochés des équipes ainsi que la disponibilité et l'usage des équipements de protection individuelle. L'objectif secondaire était de mieux prévenir ces facteurs de risque lors d'une prochaine vague épidémique afin d'éviter les contaminations.

Il s'agissait d'une étude rétrospective menée auprès des cadres de santé ayant travaillé aux HUS entre mars et mai 2020, soit un groupe cible de 220 professionnels par questionnaire en ligne. La participation a été de 47 %.

L'étude a mis en évidence un changement des habitudes professionnelles des cadres de santé pendant la crise : 52 cadres de santé (50,5% des participants à l'étude) ont déclaré avoir réalisé des soins auprès des patients, ils sont 49 (47,6%) à déclarer avoir majoré la fréquence des temps d'échanges avec les collègues et l'équipe, le temps moyen de travail quotidien a été majoré d'1 heure et demie durant cette période. Néanmoins, 81 (78,6%) d'entre eux déclarent un bon respect des mesures barrières, 80 (77,6%) déclarent avoir pu appliquer correctement les précautions standards. Parmi les cadres ayant répondu, on retrouve 29 personnes ayant été contaminées. Concernant la dotation en équipements de protection individuelle (EPI), les

avis sont partagés selon la période d'activité, 46 cadres (44,6%) ont estimé qu'elle était adaptée et suffisante.

L'analyse des sept facteurs d'intérêt choisis met en évidence un effet protecteur significatif de la dotation suffisante en EPI (60,3% des cadres ont estimé avoir des EPI adaptés parmi les non contaminés contre 29,4% parmi les contaminés ; p-valeur = 0,029) ainsi que du respect des mesures barrières (95,7% parmi les non contaminés et 77,8% parmi les contaminés ; p = 0,029). Les autres facteurs étudiés ne mettent pas en évidence de modification particulière du risque de contamination.

L'étude menée auprès des cadres de santé ayant travaillé durant la 1^{ère} vague pandémique n'a pas permis de retrouver de facteurs professionnels spécifiques pouvant expliquer une prévalence importante de contamination par SARS-Cov-2 parmi cette catégorie professionnelle. Les pratiques professionnelles ont été modifiées lors de cette période avec des changements d'affectation ou des transferts de tâches mais globalement ces personnels ont bien respecté les mesures barrières et le port d'équipements de protection notamment les masques quand ceux-ci ont pu être mis à disposition de façon généralisée.

Il convient de poursuivre l'accompagnement et l'information des personnels sur les risques de contamination également lors des contacts à risque entre collègues et dans la sphère privée ainsi que la formation sur les modalités de protection les plus adaptées.

Enfin, Il serait intéressant de réaliser une étude complémentaire portant sur le retentissement à distance de la pandémie au sein de cette population en prenant également en compte les répercussions sur le plan psychologique.

VU

Strasbourg, le 28 octobre 2020

Le président du Jury de Thèse

Professeure Maria Gonzalez



VU et approuvé

Strasbourg, le 30 OCT 2020

L'Administrateur Provisoire de la Faculté de Médecine, Maïeutique et Sciences de la Santé

Professeur Jean SIBILIA



D. Annexes

Annexe A : questionnaire utilisé pour l'étude.

Questionnaire COVID à destination des cadres de santé

Au décours de notre suivi au service de Santé au travail des agents des HUS ayant présenté une infection à COVID 19, nous avons constaté une proportion de 10% de cadres de santé contaminés.

Le but de ce recueil de données est d'explorer vos habitudes professionnelles durant l'épisode de la crise sanitaire de mars à mai 2020 afin d'identifier certains facteurs de risque pouvant amener à un sur-risque de contamination. La finalité est de comprendre ce qui explique une telle prévalence au sein de votre profession et améliorer les moyens de prévention.

Votre âge *

Vous êtes : *

- ☐ Homme
- ☐ Femme

Ancienneté sur le poste d'encadrement *

Vos UF d'affectation habituels *

UF / pôles fréquentés pendant la première vague de l'épidémie (mars à mai) *

De quels types étaient ces services ? *

- ☐ Services de soin Covid + avec réanimation
- ☐ Services de soins Covid + sans réanimation
- ☐ Services de soins Non Covid
- ☐ Hors services de soin

Nombre d'heures habituellement travaillées par jour (afin de connaître l'amplitude horaire approximative) *

Nombre d'heures travaillées pendant la période de la première vague de l'épidémie (mars à mai) par jour *

Avez-vous été contaminé par la Covid-19 ? *

- ☐ Oui, diagnostic par PCR
- ☐ Oui, diagnostic par scanner thoracique
- ☐ Oui, diagnostic posé cliniquement par le médecin
- ☐ Sérologie positive à distance
- ☐ Non

Nature des tâches effectuées sur la période de mars à mai 2020

Avez-vous effectué un renfort ou remplacement dans l'équipe soignante et donc effectué des soins auprès du patient ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Non concerné

Si oui, avez-vous réalisé ces tâches de manière inhabituelle ou exceptionnelle, en lien avec la situation de l'épidémie COVID-19 (charge de travail, absentéisme de l'équipe, ...) ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

Types de tâches effectuées sur la période de l'épidémie (mars à mai) et leur fréquence				
Avez-vous réalisé d'une manière exceptionnelle les tâches suivantes ? (Si non concerné, cochez "jamais") ?				
	Au moins 1 fois par jour	Au moins 1 fois par semaine	Au moins 1 fois par mois	Jamais
Soins considérés à haut risque ou au niveau de la sphère ORL	☐	☐	☐	☐
Aide à la toilette	☐	☐	☐	☐
Manipulation bassins / sonde urinaire	☐	☐	☐	☐
Transferts et mobilisation de patients	☐	☐	☐	☐
Brancardage	☐	☐	☐	☐
Prélèvements biologiques	☐	☐	☐	☐
Distribution des médicaments	☐	☐	☐	☐
Réfection de pansements	☐	☐	☐	☐
Pose de voie veineuse ou injections (sc, im, iv...)	☐	☐	☐	☐
Autre(s)	☐	☐	☐	☐

Si vous avez coché "autre(s)", quel(s) type(s) d'acte(s) auprès du patient avez-vous réalisé et à quelle fréquence ?

Avec quels équipements de protection (EPI) avez-vous réalisé ces actes :								
	Masque chirurgical	Masque FFP2	Surblouse	Lunettes	Visière	Gants	Aucun	Non concerné
Soins considérés à haut risque ou au niveau de la sphère ORL	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aide à la toilette	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Manipulation bassins / sonde urinaire	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Transferts et mobilisation de patients	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Brancardage	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Prélèvements biologiques	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Distribution des médicaments	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Réfection de pansements	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Pose de voie veineuse ou injections	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Autres	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Si vous avez coché "autre", quel(s) type(s) d'acte(s) avez-vous réalisé et avec quels EPI ?

Estimez-vous avoir eu le temps nécessaire pour appliquer les précautions : lavages des mains, SHA, etc. *

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Non concerné

Si non, pour quelles raisons ?

Pensez-vous que le bio-nettoyage a été suffisamment efficace dans le service ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Non concerné

Si non, pour quelles raisons ?

Pensez-vous que les dotations en équipements de protection étaient suffisantes dans le service ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Non concerné

Si non, pour quelle raison ?

A propos des temps d'échange avec les collègues ou l'équipe (staff, pause, repas, réunions, ...), diriez-vous qu'ils étaient : *

- ☐ Plus fréquent qu'en période habituelle
- ☐ Similaires
- ☐ Moins fréquents
- ☐ Non concerné

Pendant les temps d'échange avec les collègues (staff, pause, repas, réunions, ...), le respect des mesures barrières a-t-il pu s'appliquer ? *

- ☐ Oui, aisément
- ☐ Oui mais difficilement
- ☐ Non
- ☐ Non concerné

Pour quelles raisons ? *

A propos de votre santé

Le but est de mettre en évidence d'éventuels facteurs de risques individuels pouvant être en lien avec un sur risque de contamination à la Covid19

Présentez-vous l'une des pathologies suivantes ?

Immunodépression congénitale ou acquise *

- ☐ Aucune
- ☐ Chimiothérapie anti cancéreuse
- ☐ Infection à VIH non contrôlée
- ☐ Greffe d'organe solide ou de cellules souches hématopoïétiques
- ☐ Hémopathie maligne en cours de traitement
- ☐ Prise d'immunosuppresseur, de biothérapie et/ou une corticothérapie à dose immunosuppressive
- ☐ Autre :

Si oui, merci de préciser :

Diabète *

- ☐ Oui
- ☐ Non

Diabète, si oui :

	Oui	Non
Diabète de type I ?	☐	☐
Diabète de type II ?	☐	☐
Traitement par insuline ?	☐	☐
Traitement par voie orale ?	☐	☐
Est-il équilibré ?	☐	☐
Présentez-vous des complications ?	☐	☐

Pathologie pulmonaire chronique *	
☐ Oui	
☐ Non	
Si oui, Pathologie pulmonaire chronique :	
☐ BPCO	
☐ Asthme sévère ou instable	
☐ Syndrome d'apnée obstructive du sommeil	
☐ Mucoviscidose	
☐ Diminution capacité pulmonaire autre (séquelles traumatiques, radiologiques, fibrose, ...)	
☐ Autre :	
Si oui, merci de préciser :	
Syndrome drépanocytaire ou splénectomie *	
☐ Oui	
☐ Non	
Si oui, merci de préciser :	
Autre pathologie ou traitement non mentionné ci-dessus ?	
Si oui, merci de préciser :	

Annexe B : contenu du mail adressé aux cadres soignants pour la participation au questionnaire.

Mesdames et Messieurs les cadres de santé,

Le Service de Santé au Travail du personnel hospitalier réalise une étude concernant votre exposition professionnelle à la Covid-19, lors de la première vague de l'épidémie.

En effet, nous avons constaté au décours du suivi effectué pendant les mois de mars à mai qu'une proportion non négligeable de cadres de santé des HUS a contracté le virus (10% par rapport à l'effectif total des cadres de santé).

Nous souhaitons identifier les éventuels facteurs de sur- risques afin de proposer des mesures de prévention adaptées.

Ces données resteront bien évidemment confidentielles et seront exploitées anonymement dans le cadre de mon travail de thèse et éventuellement publié dans une revue scientifique. Une restitution vous sera faite dans les suites.

Si vous êtes d'accord de participer et avez quelques minutes à nous accorder, merci de remplir le questionnaire en suivant ce lien (le lien restera actif jusqu'au 12/10/2020) :

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfAeIFz-C8SMYDwqpooHAY-n5CPRk3_LjtX5LP2glfH8VNUrw/viewform?usp=sf_link

Nous restons bien évidemment à votre disposition pour tout échange,

En vous remerciant grandement d'avance,

Ludmilla MISNER-FOESSEL

Interne en DES Santé au Travail

Annexe C : recommandations de la SFMT du 10 mars 2020 (77)
--

Que les personnels de soins enceintes ou atteint d'une immunodépression (médicamenteuse : chimiothérapie anti cancéreuse, immunosuppresseur, biothérapie et/ou une corticothérapie à dose immunosuppressive, VIH non contrôlé ou CD4 <200/mm3, greffe d'organe, hémopathie maligne, cancer métastasé) :

- Ne soient pas affectés aux soins directs de patients porteurs du SARS-COV2 ;
- Qu'en l'état actuel de l'épidémie, ils ne soient pas affectés aux urgences, en maladies infectieuses, en réanimation ou en pneumologie ;
- Qu'en l'état actuel de l'épidémie, et de la possibilité dans les établissements de créer ou maintenir des secteurs de haute ou basse densité de cas confirmés, ils ne soient pas affectés dans les secteurs de haute densité de patients cas confirmés ;

Que cette conduite à tenir puisse être appliquée également, sur décision du médecin du travail, aux personnels atteints d'une des pathologies suivantes :

- Comorbidités respiratoires à risque de décompensation
- Insuffisance rénale dialysée
- Insuffisance cardiaque stade NYHA III ou IV
- Cirrhose $\geq$ stade B
- Diabète insulino-dépendant ou requérant compliqué

Que l'hygiène des mains soit renforcée pour tous les soignants et notamment pour les personnes à risque de forme grave. » (75)

Annexe D : avis définitif du HCSP du 31 mars 2020, relatif à la prévention et à la prise en charge des patients à risque de formes graves de COVID-19 (76)

La liste des comorbidités a été complétée :

- S'ajoute les personnes âgées de 70 ans et plus ;
- Les personnes aux antécédents cardiovasculaires tels que l'hypertension artérielle compliquée, un antécédent d'accident vasculaire cérébral ou de coronaropathie, de chirurgie cardiaque, insuffisance cardiaque stade NYHA III ou IV ;
- Pour les diabètes : il s'agit maintenant de diabètes non équilibrés ou présentant des complications, et non plus uniquement les diabètes insulino-requérants ;
- Pour les cancers une nuance est apportée : il s'agit des patients atteints d'un cancer évolutif en cours de traitement (hors hormonothérapie) ;
- S'ajoute les personnes présentant une obésité avec un indice de masse corporelle $> 40 \text{ kg/m}^2$ et un syndrome drépanocytaire majeur ;
- Les femmes enceintes au troisième trimestre de grossesse, tenant compte de données dans la littérature très limitées.
- Il est à noter qu'il n'existe aucune précision sur le stade évolutif et les caractéristiques des pathologies par rapport au risque de forme grave de Covid-19.

L'avis émet également des recommandations de conduite à tenir pour les soignants à risque de forme grave de COVID-19. Ces agents sont invités à se signaler à leur Service de Santé au Travail qui réalisera une évaluation individuelle et posera au besoin l'indication d'exemption des postes à haute exposition au SARS-CoV-2 ou d'aménagement de poste.

E. Bibliographie

1. Lauer SA, Grantz KH, Bi Q, Jones FK, Zheng Q, Meredith HR, et al. The Incubation Period of Coronavirus Disease 2019 (Covid-19) From Publicly Reported Confirmed Cases: Estimation and Application. *Ann Intern Med* [Internet]. 10 mars 2020; Disponible sur: <https://annals.org/aim/fullarticle/2762808/incubation-period-coronavirus-disease-2019-covid-19-from-publicly-reported>
2. Guan W, Ni Z, Hu Y, Liang W, Ou C, He J, et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med*. 30 avr 2020;382(18):1708-20.
3. Sara S, Yannick S. Les atteintes neurologiques liées au SARS-CoV-2 et autres coronavirus humains. 2020;36:8.
4. Goyal P, Choi JJ, Pinheiro LC, Schenck EJ, Chen R, Jabri A, et al. Clinical Characteristics of Covid-19 in New York City. *N Engl J Med*. 11 juin 2020;382(24):2372-4.
5. HCSP. Avis relatif aux signes cliniques d'orientation diagnostique du Covid-19. 2020;18.
6. Pan F, Ye T, Sun P, et al. Time Course of Lung Changes On Chest CT During Recovery From 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pneumonia. *Radiology*. 13 févr 2020;
7. Bai Y, Yao L, Wei T, et al. Presumed Asymptomatic Carrier Transmission of COVID-19. *JAMA*. 21 févr 2020;2.
8. SF2H. Recommandations nationales : Prévention de la transmission croisée par voie respiratoire : Air ou Gouttelettes. mars 2013;60.
9. Lavoie J, IRSST (Québec). Guide sur la protection respiratoire contre les bioaérosols, recommandations sur le choix et l'utilisation: substances chimiques et agents biologiques. Montréal: Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec; 2007.

10. Lenhart SW, Seitz T, Trout D, Bollinger N. Issues Affecting Respirator Selection for Workers Exposed to Infectious Aerosols: Emphasis on Healthcare Settings. *Appl Biosaf. mars* 2004;9(1):20-36.
11. Gralton J, Tovey E, McLaws M-L, Rawlinson WD. The role of particle size in aerosolised pathogen transmission: A review. *J Infect. janv* 2011;62(1):1-13.
12. Wölfel R, Corman VM, Guggemos W, Seilmaier M, Zange S, Müller MA, et al. Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. *Nature. mai* 2020;581(7809):465-9.
13. Liu Y, Ning Z, Chen Y, Guo M, Liu Y, Gali NK, et al. Aerodynamic analysis of SARS-CoV-2 in two Wuhan hospitals. *Nature. juin* 2020;582(7813):557-60.
14. Chang L, Zhao L, Gong H, Wang L, Wang L. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 RNA Detected in Blood Donations. *Emerg Infect Dis. juill* 2020;26(7):1631-3.
15. Shetty R, D'Souza S, Lalgudi VG. What ophthalmologists should know about conjunctivitis in the COVID-19 pandemic? *Indian J Ophthalmol.* 2020;
16. Colavita F, Lapa D, Carletti F, Lalle E, Bordi L, Marsella P, et al. SARS-CoV-2 Isolation From Ocular Secretions of a Patient With COVID-19 in Italy With Prolonged Viral RNA Detection. *Ann Intern Med.* 4 août 2020;173(3):242-3.
17. Peng L, Liu J, Xu W, Luo Q, Deng K, Lin B, et al. 2019 Novel Coronavirus can be detected in urine, blood, anal swabs and oropharyngeal swabs samples. *medRxiv.* 2020;
18. Sun J, Zhu A, Li H, Zheng K, Zhuang Z, Chen Z, et al. Isolation of infectious SARS-CoV-2 from urine of a COVID-19 patient. *Emerg Microbes Infect.* 1 janv 2020;9(1):991-3.
19. Lu C, Liu X, Jia Z. 2019-nCoV transmission through the ocular surface must not be ignored. *The Lancet.* févr 2020;395(10224):e39.
20. Chia PY, Coleman KK, Tan YK, Ong SWX, Gum M, Lau SK, et al. Detection of Air and Surface Contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-

CoV-2) in Hospital Rooms of Infected Patients [Internet]. Infectious Diseases (except HIV/AIDS); 2020 avr [cité 1 sept 2020]. Disponible sur: <http://medrxiv.org/lookup/doi/10.1101/2020.03.29.20046557>

21. Lu J, Jieni Gu, Kuibiao Li, Conghui Xi. COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020. *Lancet Infect Dis.* juill 2020;20(7):773.

22. Olsen SJ, Chang H-L, Cheung TY-Y, Tang AF-Y, Fisk TL, Ooi SP-L, et al. Transmission of the Severe Acute Respiratory Syndrome on Aircraft. *N Engl J Med.* 18 déc 2003;349(25):2416-22.

23. Shen Y, Li C, Dong H, Wang Z, Martinez L, Sun Z, et al. Community Outbreak Investigation of SARS-CoV-2 Transmission Among Bus Riders in Eastern China. *JAMA Intern Med* [Internet]. 1 sept 2020 [cité 23 sept 2020]; Disponible sur: <https://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/fullarticle/2770172>

24. Yu ITS, Li Y, Wong TW, Tam W, Chan AT, Lee JHW, et al. Evidence of Airborne Transmission of the Severe Acute Respiratory Syndrome Virus. *N Engl J Med.* 22 avr 2004;350(17):1731-9.

25. Zhu N, Zhang D, Wang W, Li X, Yang B, Song J, et al. A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med.* 20 févr 2020;382(8):727-33.

26. Zou L, Ruan F, Huang M, Liang L, Huang H, Hong Z, et al. SARS-CoV-2 Viral Load in Upper Respiratory Specimens of Infected Patients. *N Engl J Med.* 19 mars 2020;382(12):1177-9.

27. Gehanno JF, Bonnetterre V, Andujar P, Paireon JC, Paris C, Petit A, et al. Arguments pour une possible transmission par voie aérienne du SARS-CoV-2 dans la crise COVID-19. *Arch Mal Prof Environ.* mai 2020;S1775878520309875.

28. Asadi S, Wexler AS, Cappa CD, Barreda S, Bouvier NM, Ristenpart WD. Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness. *Sci Rep.* déc

2019;9(1):2348.

29. Johnson GR, Morawska L, Ristovski ZD, Hargreaves M, Mengersen K, Chao CYH, et al. Modality of human expired aerosol size distributions. *J Aerosol Sci.* déc 2011;42(12):839-51.
30. Edwards DA, Man JC, Brand P, Katstra JP, Sommerer K, Stone HA, et al. Inhaling to mitigate exhaled bioaerosols. *Proc Natl Acad Sci.* 14 déc 2004;101(50):17383-8.
31. Papineni RS, Rosenthal FS. The Size Distribution of Droplets in the Exhaled Breath of Healthy Human Subjects. *J Aerosol Med.* janv 1997;10(2):105-16.
32. Loudon RG, Roberts RM. Droplet Expulsion from the Respiratory TRACT. 1966;8.
33. Morawska L, Johnson GR, Ristovski ZD, Hargreaves M, Mengersen K, Corbett S, et al. Size distribution and sites of origin of droplets expelled from the human respiratory tract during expiratory activities. *J Aerosol Sci.* mars 2009;40(3):256-69.
34. Fennelly KP, Jones-López EC, Ayakaka I, Kim S, Menyha H, Kirenga B, et al. Variability of Infectious Aerosols Produced during Coughing by Patients with Pulmonary Tuberculosis. *Am J Respir Crit Care Med.* sept 2012;186(5):450-7.
35. Rossman JS, Lamb RA. Influenza virus assembly and budding. *Virology.* mars 2011;411(2):229-36.
36. Liljeroos L, Huiskonen JT, Ora A, Susi P, Butcher SJ. Electron cryotomography of measles virus reveals how matrix protein coats the ribonucleocapsid within intact virions. *Proc Natl Acad Sci.* 1 nov 2011;108(44):18085-90.
37. Yan J, Grantham M, Pantelic J, Bueno de Mesquita PJ, Albert B, Liu F, et al. Infectious virus in exhaled breath of symptomatic seasonal influenza cases from a college community. *Proc Natl Acad Sci.* 30 janv 2018;115(5):1081-6.
38. Morawska L. Droplet fate in indoor environments, or can we prevent the spread of infection? *Indoor Air* 2006;16(5):335—47,.

39. Loudon, R. G. & Roberts, M. R. Singing and the dissemination of tuberculosis. *American Review of Respiratory Disease* 98, 297–300 (1968).
40. National Collaborating Center for Environmental Health. Chant choral : risques et précautions associés à la COVID-19.
41. Asadi S, Wexler AS, Cappa CD, Barreda S, Bouvier NM, Ristenpart WD. Effect of voicing and articulation manner on aerosol particle emission during human speech. Yen H-L, éditeur. *PLOS ONE*. 27 janv 2020;15(1):e0227699.
42. Tellier R. Aerosol transmission of influenza A virus: a review of new studies. *J R Soc Interface* [Internet]. 6 déc 2009 [cité 31 août 2020];6(suppl_6). Disponible sur: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsif.2009.0302.focus>
43. Lloyd-Smith JO, Schreiber SJ, Kopp PE, Getz WM. Superspreading and the effect of individual variation on disease emergence. *Nature*. nov 2005;438(7066):355-9.
44. Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect*. mars 2020;104(3):246-51.
45. Kwok YLA, Gralton J, McLaws M-L. Face touching: A frequent habit that has implications for hand hygiene. *Am J Infect Control*. févr 2015;43(2):112-4.
46. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med*. 16 avr 2020;382(16):1564-7.
47. V. Ezratty, F. Squinazi. Virus influenza pandémique à l'intérieur des bâtiments : quel risque de transmission par les systèmes de ventilation ou de climatisation ? *Environ Risque Santé*. août 2008;7.
48. van Doremalen N, Bushmaker T, Munster V. Stability of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) under different environmental conditions. *Eurosurveillance*. 19 sept 2013;18(38):20590.

49. Lowen AC, Mubareka S, Steel J, Palese P. Influenza Virus Transmission Is Dependent on Relative Humidity and Temperature. Baric RS, éditeur. PLoS Pathog. 19 oct 2007;3(10):e151.
50. Hassan MM, El Zowalaty ME, Khan SA, Islam A, Nayem MdRK, Järhult JD. Role of Environmental Temperature on the Attack rate and Case fatality rate of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic. Infect Ecol Epidemiol. 1 janv 2020;10(1):1792620.
51. Leonardo Setti, Fabrizio Passarini. SIMA. « Position paper » :Relazione circa l'effetto dell'inquinamento da particolato atmosferico e la diffusione di virus nella popolazione. Disponible sur: http://www.simaonlus.it/wpsima/wp-content/uploads/2020/03/COVID19_Position-Paper_Relazione-circa-l'effetto-dell'inquinamento-da-particolato-atmosferico-e-la-diffusione-di-virus-nella-popolazione.pdf
52. Wu X, Nethery N.C, Sabath M.B, Braun D, Dominici F. Exposure to air pollution and COVID 19 mortality in the United States. 2020. Disponible sur: https://projects.iq.harvard.edu/files/covid-pm/files/pm_and_covid_mortality.pdf
53. Cui Y, Zhang Z-F, Froines J, Zhao J, Wang H, Yu S-Z, et al. Air pollution and case fatality of SARS in the People's Republic of China: an ecologic study. Environ Health. déc 2003;2(1):15.
54. Lan F-Y, Wei C-F, Hsu Y-T, Christiani DC, Kales SN. Work-related COVID-19 transmission in six Asian countries/areas: A follow-up study. Shaman J, éditeur. PLOS ONE. 19 mai 2020;15(5):e0233588.
55. Pan A, Liu L, Wang C, Guo H, Hao X, Wang Q, et al. Association of Public Health Interventions With the Epidemiology of the COVID-19 Outbreak in Wuhan, China. 2020;9.
56. ECDC. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) in the EU/EEA and the UK– ninth update. avr 2020;
57. Chou R, Dana T, Buckley DI, Selph S, Fu R, Totten AM. Epidemiology of and Risk

Factors for Coronavirus Infection in Health Care Workers : A Living Rapid Review. *Ann Intern Med.* 5 mai 2020;

58. Heinzerling A, Stuckey MJ, Scheuer T, Xu K, Perkins KM, Resseger H, et al. Transmission of COVID-19 to Health Care Personnel During Exposures to a Hospitalized Patient — Solano County, California, February 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 17 avr 2020;69(15):472-6.

59. Contejean A, Leporrier J, Canoui E, Alby-Laurent F, Lafont E, Beaudeau L, et al. Comparing dynamics and determinants of SARS-CoV-2 transmissions among health care workers of adult and pediatric settings in central Paris [Internet]. *Epidemiology*; 2020 mai [cité 1 déc 2020]. Disponible sur: <http://medrxiv.org/lookup/doi/10.1101/2020.05.19.20106427>

60. Ran L, Chen X, Wang Y, Wu W, Zhang L, Tan X. Risk Factors of Healthcare Workers With Coronavirus Disease 2019: A Retrospective Cohort Study in a Designated Hospital of Wuhan in China. *Clin Infect Dis.* 17 mars 2020;ciaa287.

61. Wang J, Zhou M, Liu F. Reasons for healthcare workers becoming infected with novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China. *J Hosp Infect.* mai 2020;105(1):100-1.

62. McMichael TM et al. COVID-19 in a long-term care facility—King County, Washington, February 27–March 9, 2020. *MMWR.* 27 mars 2020;

63. Couper K, Taylor-Phillips S, Grove A, Freeman K, Osokogu O, Court R, et al. COVID-19 in cardiac arrest and infection risk to rescuers: A systematic review. *Resuscitation.* juin 2020;151:59-66.

64. INRS. ED 6360 - Précautions standard d'hygiène. :2.

65. Dietz L, Horve PF, Coil DA, Fretz M, Eisen JA, Van Den Wymelenberg K. 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pandemic: Built Environment Considerations To Reduce Transmission. Gilbert JA, éditeur. *mSystems.* 7 avr 2020;5(2):e00245-20, /msystems/5/2/msys.00245-20.atom.

66. CNESST. Description et nomenclature des appareils de protection respiratoire [Internet]. Disponible sur: <https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/apruq/guide-pratique/Pages/30-description-nomenclature-apr.aspx>
67. Kerbaol G. ED 146 - Appareils de protection respiratoire et risques biologiques. :4.
68. Guimon I. ED 6106 - Les appareils de protection respiratoire. :68.
69. HCSP. Avis relatif à la conduite à tenir pour les professionnels intervenant en établissements de santé et en établissements sociaux et médico-sociaux selon leur statut vis à vis du SARS-CoV-2. 2020;20.
70. HCSP. Avis du 26 février, relatif à la conduite à tenir pour les personnels hospitaliers de retour des zones d'exposition à risque définies par Santé publique France. 26 févr 2020;5.
71. Ong SWX, Tan YK, Chia PY, Lee TH, Ng OT, Wong MSY, et al. Air, Surface Environmental, and Personal Protective Equipment Contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) From a Symptomatic Patient. JAMA. 28 avr 2020;323(16):1610.
72. SF2H, SPILF. Avis relatif aux indications du port des masques chirurgicaux et des appareils de de protection respiratoire de type FFP2 pour les professionnels de santé. 4 mars 2020;
73. ECDC. Rapid risk assessment: Coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: increased transmission in the EU/EEA and the UK – eighth update. In. Disponible sur: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/rapid-risk-assessment-coronavirus-disease-2019-covid-19-pandemic-eighth-update>
74. CDC. People with Certain Medical Conditions. In. Disponible sur: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/need-extra-precautions/groups-at-higher-risk.html>
75. JD Dewitte, SOCIETE FRANCAISE DE MEDECINE DU TRAVAIL. Avis relatif à

l'éviction des personnels de soins prenant en charge des patients à risque ou contaminés par le SARS-COV2. :3.

76. HCSP. Avis relatif à la prévention et à la prise en charge des patients à risque de formes graves de COVID-19 ainsi qu'à la priorisation des tests diagnostiques. 31 mars 2020;25.

77. SFMT, JD Dewitte. Avis relatif à l'affectation et au retour au travail, dans le contexte de l'épidémie SARS-CoV-2 (Covid-19), des professionnels exerçant en milieu de soins et travailleurs assimilés, présentant un asthme. avr 2020;

78. SFMT. Avis relatif à l'affectation, dans le contexte de l'épidémie SARS-CoV-2 (Covid-19), des professionnels exerçant en milieu de soins et travailleurs assimilés, présentant une pathologie chronique traitée par anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS). avr 2020;

79. Zhang Z, Liu S, Xiang M, Li S, Zhao D, Huang C, et al. Protecting healthcare personnel from 2019-nCoV infection risks: lessons and suggestions. Front Med. avr 2020;14(2):229-31.

80. Liu M, He P, Liu HG, Wang XJ, Li FJ, Chen S, Lin J, Chen P, Liu JH, Li CH. Clinical characteristics of 30 medical workers infected with new coronavirus pneumonia. Chin J Tuberc Respir Dis. 17 févr 2020;

Université

de Strasbourg



Faculté
de médecine

DECLARATION SUR L'HONNEUR

Document avec signature originale devant être joint :

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

Nom : MISNER-ROESSEL

Prénom : Juditha

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

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

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

J'atteste sur l'honneur

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

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

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

Signature originale :

A Zimmersheim, le 15.11.2020

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

RÉSUMÉ :

La pandémie Covid-19 a entraîné une réorganisation complète de l'hôpital. Certains professionnels ont dû changer de service ou effectuer des tâches nouvelles. C'est l'hypothèse que nous avons émise afin d'expliquer le taux de contamination par le SARS-CoV-2 des cadres de santé aux Hôpitaux Universitaires de Strasbourg. En effet, au décours du suivi du personnel par le Service de Santé au Travail durant la crise sanitaire de mars à mai 2020, un taux de contamination de 10% a été relevé au niveau des cadres.

L'objectif était d'identifier des facteurs de sur-risque de contamination à la Covid-19 parmi des facteurs professionnels et individuels afin d'améliorer la prévention et la connaissance des risques en situation de crise.

Pour ce faire, nous avons mené une étude rétrospective sur 220 cas, à l'aide d'un auto-questionnaire portant sur les habitudes professionnelles durant la crise. Nous avons retenu les facteurs de sur-risque suivants : ancienneté au poste, type de service fréquenté, temps de travail quotidien, réalisation de soins auprès des patients, disponibilité des EPI, respect des mesures barrières et comorbidité.

Les résultats montrent que ces facteurs ne sont pas significatifs à l'exception de la dotation en EPI suffisante et du respect des mesures barrières durant les temps de contact avec l'équipe qui sont significativement protecteurs ($p < 0,05$).

Nous pouvons affirmer que les pratiques professionnelles ont été modifiées mais ont pu être équilibrées par le respect des mesures barrières et le port des EPI. Ceci souligne l'importance des mesures de prévention qui doivent être promues largement.

En conclusion, l'étude n'a pas permis de retrouver de facteurs professionnels spécifiques pouvant expliquer une prévalence importante de contamination parmi les cadres.

Rubrique de classement : Médecine et Santé au Travail

Mots-clés : Covid-19, SARS-CoV-2, risque biologique, prévention, exposition professionnelle

Président : Madame la Professeure Maria GONZALEZ**Directrice :** Madame le Docteur Mariam ROMAN (Médecin du Travail – SSTPH HUS)**Assesseurs :**

- Madame la Professeure Samira FAFI-KREMER
- Monsieur le Professeur Emmanuel ANDRES

Adresse de l'auteur : ludmilla.misner@gmail.com