

ANNÉE 2021

2021 TOU3 1507

THÈSE
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE
MÉDECINE SPÉCIALISÉE CLINIQUE

Présentée et soutenue publiquement

par

Loïc CAILLEAU

Le 19 mars 2021

APPRENTISSAGE DE L'INTUBATION DIFFICILE FIBRO-ASSISTEE
PAR SIMULATEUR ORSIM® : INTERET DES SCENARIOS
DIFFICILES

Directeur de thèse : Dr Matthieu KURREK

JURY

Monsieur le Professeur Olivier FOURCADE
Monsieur le Professeur Thomas GEERAERTS
Monsieur le Professeur Vincent MINVILLE
Madame le Docteur Charlotte MARTIN
Madame le Docteur Caroline PERRIN
Monsieur le Docteur Matthieu KURREK

Président
Assesseur
Assesseur
Assesseur
Suppléante
Invité

« Why do we fall Bruce?
So we can learn to pick ourselves up »

Batman Begins,
Christopher Nolan

THÈSE
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE
MÉDECINE SPÉCIALISÉE CLINIQUE

Présentée et soutenue publiquement

par

Loïc CAILLEAU

Le 19 mars 2021

**APPRENTISSAGE DE L'INTUBATION DIFFICILE FIBRO-ASSISTEE
PAR SIMULATEUR ORSIM® : INTERET DES SCENARIOS
DIFFICILES**

Directeur de thèse : Dr Matthieu KURREK

JURY

Monsieur le Professeur Olivier FOURCADE
Monsieur le Professeur Thomas GEERAERTS
Monsieur le Professeur Vincent MINVILLE
Madame le Docteur Charlotte MARTIN
Madame le Docteur Caroline PERRIN
Monsieur le Docteur Matthieu KURREK

Président
Assesseur
Assesseur
Assesseur
Suppléante
Invité

TABLEAU du PERSONNEL HOSPITALO-UNIVERSITAIRE
des Facultés de Médecine de l'Université Toulouse III - Paul Sabatier
au 1^{er} septembre 2020

Professeurs Honoraires

Doyen Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. FRAYSSE Bernard
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur Honoraire	M. FREXINOS Jacques
Doyen Honoraire	M. LAZORTHES Yves	Professeur Honoraire	Mme GENESTAL Michèle
Doyen Honoraire	M. PUEL Pierre	Professeur Honoraire	M. GERAUD Gilles
Doyen Honoraire	M. ROUGE Daniel	Professeur Honoraire	M. GHISOLFI Jacques
Doyen Honoraire	M. VINEL Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. GLOCK Yves
Professeur Honoraire	M. ABBAL Michel	Professeur Honoraire	M. GOUZI Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. ADER Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. HOFF Jean
Professeur Honoraire	M. ADOUE Daniel	Professeur Honoraire	M. JOFFRE Francis
Professeur Honoraire	M. ARBUS Louis	Professeur Honoraire	M. LACOMME Yves
Professeur Honoraire	M. ARLET Jacques	Professeur Honoraire	M. LAGARRIGUE Jacques
Professeur Honoraire	M. ARLET Philippe	Professeur Honoraire	M. LANG Thierry
Professeur Honoraire	M. ARLET-SUAU Elisabeth	Professeur Honoraire	Mme LARENG Marie-Blanche
Professeur Honoraire	M. ARNE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LAURENT Guy
Professeur Honoraire	M. BARRET André	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Franck
Professeur Honoraire	M. BARTHE Philippe	Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE Paul
Professeur Honoraire	M. BAYARD Francis	Professeur Honoraire	M. MAGNAVAL Jean-François
Professeur Honoraire	M. BOCCALON Henri	Professeur Honoraire	M. MANELFE Claude
Professeur Honoraire	M. BONAFÉ Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. MANSAT Michel
Professeur Honoraire	M. BONEU Bernard	Professeur Honoraire	M. MASSIP Patrice
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURE Jean-Paul	Professeur Honoraire	Mme MARTY Nicole
Professeur Honoraire	M. BOUTAULT Franck	Professeur Honoraire	M. MAZIERES Bernard
Professeur Honoraire	M. BUGAT Roland	Professeur Honoraire	M. MONROZIES Xavier
Professeur Honoraire	M. CAHUZAC Jean-Philippe	Professeur Honoraire	M. MOSCOVICI Jacques
Professeur Honoraire	M. CARATERO Claude	Professeur Honoraire	M. MURAT
Professeur Honoraire	M. CARLES Pierre	Professeur Honoraire	M. OLIVES Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARRIERE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. PASCAL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARTON Michel	Professeur Honoraire	M. PESSEY Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. CATHALA Bernard	Professeur Honoraire	M. PLANTE Pierre
Professeur Honoraire	M. CHABANON Gérard	Professeur Honoraire	M. PONTONNIER Georges
Professeur Honoraire	M. CHAMONTIN Bernard	Professeur Honoraire	M. POURRAT Jacques
Professeur Honoraire	M. CHAVOIN Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. PRADERE Bernard
Professeur Honoraire	M. CLANET Michel	Professeur Honoraire	M. PRIS Jacques
Professeur Honoraire	M. CONTE Jean	Professeur Honoraire	Mme PUEL Jacqueline
Professeur Honoraire	M. COSTAGLIOLA Michel	Professeur Honoraire	M. PUJOL Michel
Professeur Honoraire	M. COTONAT Jean	Professeur Honoraire	M. QUERLEU Denis
Professeur Honoraire	M. DABERNAT Henri	Professeur Honoraire	M. RAILHAC Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. DAHAN Marcel	Professeur Honoraire	M. REGIS Henri
Professeur Honoraire	M. DALOUS Antoine	Professeur Honoraire	M. REGNIER Claude
Professeur Honoraire	M. DALY-SCHWEITZER Nicolas	Professeur Honoraire	M. REME Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. DAVID Jean-Frédéric	Professeur Honoraire	M. ROCHE Henri
Professeur Honoraire	M. DELSOL Georges	Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI Pierre
Professeur Honoraire	Mme DELISLE Marie-Bernadette	Professeur Honoraire	M. ROLLAND Michel
Professeur Honoraire	Mme DIDIER Jacqueline	Professeur Honoraire	M. ROQUE-LATRILLE Christian
Professeur Honoraire	M. DUCOS Jean	Professeur Honoraire	M. RUMEAU Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. DUFFAUT Michel	Professeur Honoraire	M. SALVADOR Michel
Professeur Honoraire	M. DUPRE M.	Professeur Honoraire	M. SALVAYRE Robert
Professeur Honoraire	M. DURAND Dominique	Professeur Honoraire	M. SARRAMON Jean-Pierre
Professeur Honoraire associé	M. DUTAU Guy	Professeur Honoraire	M. SIMON Jacques
Professeur Honoraire	M. ESCANDE Michel	Professeur Honoraire	M. SUC Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. ESCHAPASSE Henri	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT Jean-Paul
Professeur Honoraire	M. ESCOURROU Jean	Professeur Honoraire	M. TKACZUK Jean
Professeur Honoraire	M. ESQUERRE J.P.	Professeur Honoraire	M. TREMOULET Michel
Professeur Honoraire	M. FABIÉ Michel	Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE Pierre
Professeur Honoraire	M. FABRE Jean	Professeur Honoraire	M. VAYSSE Philippe
Professeur Honoraire	M. FOURNIAL Gérard	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE Christian
Professeur Honoraire	M. FOURNIE Bernard	Professeur Honoraire	M. VOIGT Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. FORTANIER Gilles		

Professeurs Émérites

Professeur ADER Jean-Louis	Professeur LAGARRIGUE Jacques
Professeur ALBAREDE Jean-Louis	Professeur LANG Thierry
Professeur ARBUS Louis	Professeur LARENG Louis
Professeur ARLET-SUAU Elisabeth	Professeur LAURENT Guy
Professeur BOCCALON Henri	Professeur LAZORTHES Yves
Professeur BONEU Bernard	Professeur MAGNAVAL Jean-François
Professeur CARATERO Claude	Professeur MANELFE Claude
Professeur CHAMONTIN Bernard	Professeur MASSIP Patrice
Professeur CHAP Hugues	Professeur MAZIERES Bernard
Professeur CONTE Jean	Professeur MOSCOVICI Jacques
Professeur COSTAGLIOLA Michel	Professeur RIVIERE Daniel
Professeur DABERNAT Henri	Professeur ROQUES-LATRILLE Christian
Professeur FRAYSSE Bernard	Professeur SALVAYRE Robert
Professeur DELISLE Marie-Bernadette	Professeur SARRAMON Jean-Pierre
Professeur GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur SIMON Jacques
Professeur JOFFRE Francis	

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-PURPAN

37 allées Jules Guesde - 31000 TOULOUSE

P.U. - P.H.

Classe Exceptionnelle et 1^{ère} classe

M. ADOUE Daniel (C.E)	Médecine Interne, Gériatrie
M. AMAR Jacques (C.E)	Thérapeutique
M. ATTAL Michel (C.E)	Hématologie
M. AVET-LOISEAU Hervé (C.E.)	Hématologie, transfusion
Mme BEYNE-RAUZY Odile	Médecine Interne
M. BIRMES Philippe	Psychiatrie
M. BLANCHER Antoine	Immunologie (option Biologique)
M. BONNEVILLE Paul (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie.
M. BOSSAVY Jean-Pierre (C.E)	Chirurgie Vasculaire
M. BRASSAT David	Neurologie
M. BROUCHET Laurent	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
M. BROUSSET Pierre (C.E)	Anatomie pathologique
M. BUREAU Christophe	Hépat-Gastro-Entéro
M. CALVAS Patrick (C.E)	Génétique
M. CARRERE Nicolas	Chirurgie Générale
M. CARRIE Didier (C.E)	Cardiologie
M. CHAIX Yves	Pédiatrie
Mme CHARPENTIER Sandrine	Médecine d'urgence
M. CHAUVÉAU Dominique	Néphrologie
M. CHOLLET François (C.E)	Neurologie
M. DAHAN Marcel (C.E)	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. DE BOISSEZON Xavier	Médecine Physique et Réadapt Fonct.
M. DEGUINE Olivier (C.E)	Oto-rhino-laryngologie
M. DUCOMMUN Bernard	Cancérologie
M. FERRIERES Jean (C.E)	Epidémiologie, Santé Publique
M. FOURCADE Olivier	Anesthésiologie
M. FOURNIÉ Pierre	Ophthalmologie
M. GAME Xavier	Urologie
M. GEERAERTS Thomas	Anesthésiologie et réanimation
M. IZOPET Jacques (C.E)	Bactériologie-Virologie
Mme LAMANT Laurence (C.E)	Anatomie Pathologique
M. LANG Thierry (C.E)	Biostatistiques et Informatique Médicale
M. LANGIN Dominique (C.E)	Nutrition
M. LAUWERS Frédéric	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
M. LAUQUE Dominique (C.E)	Médecine d'urgence
M. LIBLAU Roland (C.E)	Immunologie
M. MALAUDA Bernard	Urologie
M. MANSAT Pierre	Chirurgie Orthopédique
M. MARCHOU Bruno (C.E)	Maladies Infectieuses
M. MAZIERES Julien	Pneumologie
M. MOLINIER Laurent	Epidémiologie, Santé Publique
M. MONTASTRUC Jean-Louis (C.E)	Pharmacologie
Mme MOYAL Elisabeth	Cancérologie
Mme NOURHASHEMI Fatemeh (C.E)	Gériatrie
M. OSWALD Eric (C.E)	Bactériologie-Virologie
M. PARANT Olivier	Gynécologie Obstétrique
M. PARIENTE Jérémie	Neurologie
M. PARINAUD Jean (C.E)	Biol. Du Dévelop. et de la Reprod.
M. PAUL Carie	Dermatologie
M. PAYOUX Pierre	Biophysique
M. PAYRASTRE Bernard (C.E)	Hématologie
M. PERON Jean-Marie	Hépat-Gastro-Entérologie
M. PERRET Bertrand (C.E)	Biochimie
M. RASCOL Olivier (C.E)	Pharmacologie
M. RECHER Christian (C.E)	Hématologie
M. RISCHMANN Pascal (C.E)	Urologie
M. RONCALLI Jérôme	Cardiologie
M. SALES DE GAUZY Jérôme (C.E)	Chirurgie Infantile
M. SALLES Jean-Pierre (C.E)	Pédiatrie
M. SANS Nicolas	Radiologie
Mme SELVES Janick	Anatomie et cytologie pathologiques
M. SERRE Guy (C.E)	Biologie Cellulaire
M. TELMON Norbert (C.E)	Médecine Légale
M. VINEL Jean-Pierre (C.E)	Hépat-Gastro-Entérologie

Doyen : Didier CARRIE

P.U. - P.H.

2^{ème} classe

Mme BONGARD Vanina	Epidémiologie
M. BONNEVILLE Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mme CASPER Charlotte	Pédiatrie
M. COGNARD Christophe	Neuroradiologie
M. CAVAGNAC Etienne	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M. LAIREZ Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
M. LAROCHE Michel	Rhumatologie
M. LEOBON Bertrand	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. LOPEZ Raphael	Anatomie
M. MARTIN-BONDEL Guillaume	Maladies infectieuses, maladies tropicales
M. MARX Mathieu	Oto-rhino-laryngologie
M. MAS Emmanuel	Pédiatrie
M. OLIVOT Jean-Marc	Neurologie
M. PAGES Jean-Christophe	Biologie Cellulaire et Cytologie
Mme PASQUET Marlène	Pédiatrie
M. PORTIER Guillaume	Chirurgie Digestive
Mme RUYSSSEN-WITRANDEL Adeline	Rhumatologie
Mme SAVAGNER Frédérique	Biochimie et biologie moléculaire
M. SIZUN Jacques	Pédiatrie
M. SOL Jean-Christophe	Neurochirurgie
Mme TREMOLIERES Florence	Biologie du développement
Mme VAYSSE Charlotte	Cancérologie
Mme VEZZOSI Delphine	Endocrinologie

P.U. Médecine générale

M. MESTHÉ Pierre
M. OUSTRIC Stéphane (C.E)

Professeur Associé Médecine générale

M. ABITTEBOUL Yves
Mme IRI-DELAHAYE Motoko
M. POUTRAIN Jean-Christophe

Professeur Associé en Bactériologie - Virologie ; Hygiène Hospitalière

Mme MALAUDA Sandra

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-RANGUEIL

133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE Cedex

P.U. - P.H.

Classe Exceptionnelle et 1^{ère} classe

Doyen : Elie SERRANO

P.U. - P.H.

2^{ème} classe

M. ARBUS Christophe	Psychiatrie
M. ACAR Philippe	Pédiatrie
M. ACCADBLE Franck	Chirurgie Infantile
M. ALRIC Laurent (C.E)	Médecine Interne
Mme ANDRIEU Sandrine	Epidémiologie
M. ARNAL Jean-François	Physiologie
Mme BERRY Isabelle (C.E)	Biophysique
M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie
M. BUJAN Louis (C. E)	Urologie-Andrologie
Mme BURA-RIVIERE Alessandra	Médecine Vasculaire
M. BUSCAIL Louis (C.E)	Hépat-Gastro-Entérologie
M. CANTAGREL Alain (C.E)	Rhumatologie
M. CARON Philippe (C.E)	Endocrinologie
M. CHAUFOUR Xavier	Chirurgie Vasculaire
M. CHAYNES Patrick	Anatomie
M. CHIRON Philippe (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
M. CONSTANTIN Arnaud	Rhumatologie
M. COURBON Frédéric	Biophysique
Mme COURTADE SAIDI Monique	Histologie Embryologie
M. DAMBRIN Camille	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire
M. DELABESSE Eric	Hématologie
M. DELOBEL Pierre	Maladies Infectieuses
M. DELORD Jean-Pierre	Cancérologie
M. DIDIER Alain (C.E)	Pneumologie
Mme DULY-BOUHANICK Béatrice (C.E)	Thérapeutique
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie
M. GALINIER Michel (C.E)	Cardiologie
M. GLOCK Yves (C.E)	Chirurgie Cardio-Vasculaire
Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel	Anatomie Pathologique
M. GOURDY Pierre	Endocrinologie
M. GRAND Alain (C.E)	Epidémiologie. Eco. de la Santé et Prév.
M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis (C.E)	Chirurgie plastique
Mme GUIMBAUD Rosine	Cancérologie
Mme HANAIRE Hélène (C.E)	Endocrinologie
M. HUYGHE Eric	Urologie
M. KAMAR Nassim (C.E)	Néphrologie
M. LARRUE Vincent	Neurologie
M. LEVADE Thierry (C.E)	Biochimie
M. MALECAZE François (C.E)	Ophtalmologie
M. MARQUE Philippe	Médecine Physique et Réadaptation
M. MAURY Jean-Philippe	Cardiologie
Mme MAZEREEUW Juliette	Dermatologie
M. MINVILLE Vincent	Anesthésiologie Réanimation
M. OTAL Philippe	Radiologie
M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)	Psychiatrie Infantile
M. RITZ Patrick (C.E)	Nutrition
M. ROLLAND Yves (C.E)	Gériatrie
M. ROUGE Daniel (C.E)	Médecine Légale
M. ROUSSEAU Hervé (C.E)	Radiologie
M. ROUX Franck-Emmanuel	Neurochirurgie
M. SAILLER Laurent	Médecine Interne
M. SCHMITT Laurent (C.E)	Psychiatrie
M. SENARD Jean-Michel (C.E)	Pharmacologie
M. SERRANO Elie (C.E)	Oto-rhino-laryngologie
M. SOULAT Jean-Marc	Médecine du Travail
M. SOULIE Michel (C.E)	Urologie
M. SUC Bertrand	Chirurgie Digestive
Mme TAUBER Marie-Thérèse (C.E)	Pédiatrie
Mme URO-COSTE Emmanuelle	Anatomie Pathologique
M. VAYSSIERE Christophe	Gynécologie Obstétrique
M. VELLAS Bruno (C.E)	Gériatrie

M. ABBO Olivier	Chirurgie infantile
M. AUSSEIL Jérôme	Biochimie et biologie moléculaire
M. BERRY Antoine	Parasitologie
M. BOUNES Vincent	Médecine d'urgence
Mme BOURNET Barbara	Gastro-entérologie
M. CHAPUT Benoit	Chirurgie plastique et des brûlés
Mme DALENC Florence	Cancérologie
M. DE BONNECAZE Guillaume	Anatomie
M. DECRAMER Stéphane	Pédiatrie
Mme FARUCH-BILFELD Marie	Radiologie et Imagerie Médicale
M. FAGUER Stanislas	Néphrologie
M. FRANCHITTO Nicolas	Addictologie
Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie
M. GARRIDO-STÓWHAS Ignacio	Chirurgie Plastique
M. GATIMEL Nicolas	Médecine de la reproduction
M. GUILLEMINAULT Laurent	Pneumologie
Mme LAPRIE Anne	Radiothérapie
M. LAURENT Camille	Anatomie Pathologique
M. LE CAIGNEC Cédric	Génétique
M. MARCHEIX Bertrand	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M. MEYER Nicolas	Dermatologie
M. MUSCARI Fabrice	Chirurgie Digestive
M. PUGNET Grégory	Médecine interne, Gériatrie
M. REINA Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. RENAUDINEAU Yves	Immunologie
M. SILVA SIFONTES Stein	Réanimation
M. SOLER Vincent	Ophtalmologie
Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie
Mme SOTO-MARTIN Maria-Eugénia	Gériatrie et biologie du vieillissement
M. TACK Ivan	Physiologie
M. VERGEZ Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
M. YSEBAERT Loic	Hématologie

P.U. Médecine générale

Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eve

Professeur Associé de Médecine

M. BOYER Pierre

M. STILLMUNKES André

M.C.U. - P.H.

M. APOIL Pol Andre	Immunologie
Mme ARNAUD Catherine	Epidémiologie
Mme AUSSEIL-TRUDEL Stéphanie	Biochimie et Biologie Moléculaire
Mme BELLIERE-FABRE Julie	Néphrologie
Mme BERTOLI Sarah	Hématologie, transfusion
M. BIETH Eric	Génétique
Mme CASPAR BAUGUIL Sylvie	Nutrition
Mme CASSAGNE Myriam	Ophthalmologie
Mme CASSAING Sophie	Parasitologie
Mme CHANTALAT Elodie	Anatomie
M. CONGY Nicolas	Immunologie
Mme COURBON Christine	Pharmacologie
M. CURROT Jonathan	Neurologie
Mme DAMASE Christine	Pharmacologie
Mme de GLISEZENSKY Isabelle	Physiologie
M. DUBOIS Damien	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme FILLAUX Judith	Parasitologie
M. GANTET Pierre	Biophysique
Mme GENNERO Isabelle	Biochimie
Mme GENOUX Annelise	Biochimie et biologie moléculaire
M. HAMDI Safouane	Biochimie
Mme HITZEL Anne	Biophysique
M. IRIART Xavier	Parasitologie et mycologie
Mme JONCA Nathalie	Biologie cellulaire
M. KIRZIN Sylvain	Chirurgie générale
Mme LAPEYRE-MESTRE Maryse	Pharmacologie
M. LHERMUSIER Thibault	Cardiologie
M. LHOMME Sébastien	Bactériologie-virologie
Mme MASSIP Clémence	Bactériologie-virologie
Mme MONTASTIER-SIMMERMAN Emilie	Nutrition
Mme MOREAU Marion	Physiologie
Mme NOGUEIRA M.L.	Biologie Cellulaire
Mme PERROT Aurore	Hématologie ; Transfusion
M. PILLARD Fabien	Physiologie
Mme PUISSANT Bénédicte	Immunologie
Mme RAYMOND Stéphanie	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme SABOURDY Frédérique	Biochimie
Mme SAUNE Karine	Bactériologie Virologie
M. TAFANI Jean-André	Biophysique
M. TREINER Emmanuel	Immunologie
M. VIDAL Fabien	Gynécologie obstétrique
Mme VIJA Lavinia	Biophysique et médecine nucléaire

M.C.U. Médecine générale

M. BRILLAC Thierry
Mme DUPOUY Julie

M.C.U. - P.H.

Mme ABRAVANEL-LEGRAND Florence	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme BASSET Céline	Cytologie et histologie
Mme BREHIN Camille	Pédiatrie
Mme CAMARE Caroline	Biochimie et biologie moléculaire
M. CAMBUS Jean-Pierre	Hématologie
Mme CANTERO Anne-Valérie	Biochimie
Mme CARFAGNA Luana	Pédiatrie
Mme CASSOL Emmanuelle	Biophysique
Mme CAUSSE Elizabeth	Biochimie
M. CHASSAING Nicolas	Génétique
M. CLAVEL Cyril	Biologie Cellulaire
Mme COLOMBAT Magali	Anatomie et cytologie pathologiques
Mme CORRE Jill	Hématologie
M. DEDOUIT Fabrice	Médecine Légale
M. DEGBOE Yannick	Rhumatologie
M. DELPLA Pierre-André	Médecine Légale
M. DESPAS Fabien	Pharmacologie
M. EDOUARD Thomas	Pédiatrie
Mme ESQUIROL Yolande	Médecine du travail
Mme EVRARD Solène	Histologie, embryologie et cytologie
Mme FLOCH Pauline	Bactériologie-Virologie; Hygiène Hospit.
Mme GALINIER Anne	Nutrition
Mme GALLINI Adeline	Epidémiologie
M. GASQ David	Physiologie
M. GATIMEL Nicolas	Médecine de la reproduction
Mme GRARE Marion	Bactériologie Virologie Hygiène
M. GUERBY Paul	Gynécologie-Obstétrique
M. GUIBERT Nicolas	Pneumologie ; Addictologie
Mme GUILBEAU-FRUGIER Céline	Anatomie Pathologique
Mme GUYONNET Sophie	Nutrition
M. HERIN Fabrice	Médecine et santé au travail
Mme INGUENEAU Cécile	Biochimie
M. LEANDRI Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. LEPAGE Benoit	Biostatistiques et Informatique médicale
Mme MAUPAS SCHWALM Françoise	Biochimie
M. MIEUSSET Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. MOULIS Guillaume	Médecine interne
Mme NASR Nathalie	Neurologie
Mme QUELVEN Isabelle	Biophysique et Médecine Nucléaire
M. RIMAILHO Jacques	Anatomie et Chirurgie Générale
M. RONGIERES Michel	Anatomie - Chirurgie orthopédique
Mme SIEGFRIED Aurore	Anatomie et Cytologie Pathologiques
Mme VALLET-GAREL Marion	Physiologie
M. VERGEZ François	Hématologie
M. YRONDI Antoine	Psychiatrie d'Adultes ; Addictologie

M.C.U. Médecine générale

M. BISMUTH Michel
M. ESCOURROU Emile

Maitres de Conférences Associés de Médecine Générale

Dr CHICOULAA Bruno
Dr FREYENS Anne
Dr PUECH Marielle

Dr BIREBENT Jordan
Dr BOURGEOIS Odile
Dr LATROUS Leila
Dr. BOUSSIER Nathalie

01/10/2020

REMERCIEMENTS

A notre jury,

A Monsieur le Professeur Olivier Fourcade, vous me faites l'honneur d'accepter la présidence de ce jury. Je vous remercie pour votre accueil au sein de l'anesthésie-réanimation toulousaine, pour votre sens de la pédagogie et vos enseignements. Soyez assuré de ma gratitude et de mon profond respect.

A Monsieur le Professeur Thomas Geeraerts, directeur de l'institut toulousain de la simulation en santé, vous me faites l'honneur de contribuer et de juger ce travail, je vous en remercie. Vos commentaires et réflexions ont été essentiels. Bien que nos chemins ne se soient que peu croisés, vos enseignements et votre pédagogie n'en sont pas moins marquants. Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de ma gratitude et de mon profond respect.

A Monsieur le Professeur Vincent Minville. Merci de me faire l'honneur de siéger dans mon jury de thèse et pour ton enseignement tout au long de ces années. Sois assuré de ma gratitude et de mon profond respect.

A Madame le Docteur Charlotte Martin. Merci d'avoir accepté de juger ce travail en ce jour si spécial. Merci pour ta relecture avisée et ta grande disponibilité. Ton franc parler, ta sincérité et ton humanité imposent un profond respect. Je te remercie pour toutes ces années d'apprentissage à tes côtés. Sois assurée de mon admiration et de mon amitié sincère.

A Madame Le Docteur Caroline Perrin. Merci de me faire l'honneur et le privilège de siéger dans mon jury dans ce contexte si particulier. Tu n'auras pu m'initier aux subtilités de la fibroscopie mais mon semestre en réanimation restera un élément marquant dans mon cursus. Sois assurée de ma gratitude et de mon profond respect.

A mon directeur de thèse,

Monsieur le Docteur Matthieu Kurrek. Merci pour l'opportunité et le privilège que tu m'as fait de travailler à tes côtés, pour ton encadrement, ton soutien constant et ta très grande disponibilité malgré les plus de 6000 km qui nous séparent. Je te remercie pour la confiance que tu m'accordes, pour m'avoir donné goût à la recherche et la simulation, et pour m'avoir transmis cette exigence et cette envie constante de me dépasser. Je souhaite pouvoir finir ce que nous avons entrepris. Pour tes enseignements et ta grande pédagogie qui auront marqué éternellement mon parcours, de notre première rencontre au bloc opératoire, en passant par cette visite inoubliable et privilégiée au Canada, jusqu'à cet aboutissement, sois assuré de ma très grande gratitude, mon respect éternel, ma profonde admiration et mon amitié sincère.

A ma famille,

A Cyndie, sans qui rien ne serait arrivé, rien n'aurait été possible, à ton amour, ton amitié, ton soutien indéfectible, nos moments, ton pardon, ta gentillesse, ton humour, ton humanité profonde, ta force vitale, parce que tu fais ressortir ce qu'il y a de meilleur en moi, à nos instants et voyages passés et à venir, à nos horizons, à ce qui nous guide toujours devant, la vie. Aucun mot ne sera jamais aussi fort que les faits pour te dire combien je t'aime.

A Léna, notre éclat de soleil dans ce monde quelque peu obscurci, je te promets de t'offrir le meilleur et de te faire scintiller tout le temps.

A mes parents pour tout ce que vous avez toujours fait pour moi tout le temps sans compter. Parce que sans vous, je ne serais pas là. Parce que vous m'avez toujours soutenu. Parce que vous êtes l'exemple à suivre de parentalité et que vous faites déjà de supers grands parents. A ma mère pour ta force de caractère, ta ténacité et ton courage. A mon père, pour ton abnégation, ta persévérance et ton courage. A vous pour votre soif de justice, votre intolérance de l'injustice, votre honnêteté et votre grande humanité. Pour toutes vos transmissions, vos valeurs inculquées qui font de moi le médecin que je suis, parce que je souhaite pouvoir vous rendre ce que vous m'avez offert au centuple, trouver dans cet instant ma reconnaissance éternelle.

A ma grande sœur, pour ton soutien infailible, les valeurs que tu défends, ton courage, ta ténacité, ta curiosité permanente et tes questionnements qui me poussent à toujours réfléchir plus encore, sache me trouver toujours.

A mon petit frère, pour ta force tranquille qui m'inspire tant dans les moments d'adversité et qui me pousse à toujours aller de l'avant, à notre fraternité, sache me trouver tout le temps.

A ma grand-mère maternelle, Mema Habiba, pour ses prières et ses formules magiques qui m'ont guidé jusqu'ici.

A ma grand-mère paternelle, Mamie Nicole, pour le modèle d'humilité que tu étais, pour ton humanité, parce que tu n'as jamais manqué une année de me souhaiter la saint Cécile, pour ton soutien durant ces années d'études difficiles.

A mes beaux-parents, parce que déjà sans vous Cyndie n'existerait pas ! Pour votre accueil dans la famille, votre confiance, votre soutien permanent face à tous les

obstacles. Puissè-je vous rendre la pareille. Parce que vous faites de beaux grands parents.

A Safi et Juju, pour ce lien fort qui nous uni, pour votre soutien et votre présence rassurante et réconfortante. Je vous souhaite un bel évènement et de grands moments partagés à venir.

A mon parrain, pour tes enseignements, de mes premiers coups de pédales, jusqu'à aujourd'hui, pour les valeurs que tu défends, ta force de caractère, dans le sport comme dans la vie. Je n'oublie pas que le bonheur est sur le chemin. Tu es et restera une référence pour moi.

A la famille Pouillet, merci à tous, pour tout depuis toujours.

A la famille Dumortier pour leur soutien. A ma cousine Héloïse.

A mes cousin Bilel, Sana, Sobry, Mohamed Hédi, Sahbi, Youssef mon futur confrère. Je te souhaite plein de courage mais je sais déjà à quel point tu es bien plus brillant.

A mes amis d'enfance,

A Jean Baptiste, pour toutes ces années partagées, du collège à la première année, pour ta force de caractère, ta persévérance, ton intelligence hors norme qui m'ont entraîné dans ton sillage. Pour ton soutien dans les moments de doute, ta présence malgré la distance. Je te dédie ma citation. A ta famille qui m'a quasi adopté dès le début et puis soutenu dans cet évènement marquant du concours d'entrée. A Paul, ce grand frère, qui a été un pilier dans l'adversité et qui me manque. Pour tous, ce moment je vous le dédie tout autant.

A Hugo, de nos premiers pas en maternelle à aujourd'hui, parce que nous avons toujours été inséparables, pour l'inspiration que tu es pour moi, pour ton bagout incroyable, ton aisance que je n'ai jamais eue, ton amitié est pour moi sacrée à jamais.

A Arthur, pour cette rencontre plus tardive mais ô combien géniale par un concours de circonstances, de nos débuts sur scène, à nos matchs de haut niveau, à ces années de lycée inoubliables, ton imagination et ton humour infinis ainsi que ta sociabilité hors norme sont pour moi une source majeure d'inspiration et une référence dans mon existence.

A vous trois, pour tous ces purs moments d'amitié et parce qu'à nous quatre nous avons su faire avancer la bêtise plus que la science (et que c'est bien plus rigolo).

A mes ami(e)s du lycée,

A Gabriel, pour ton amitié sans faille, pour les valeurs humaines et fraternelles auxquelles tu me renvoies sans cesse, pour la force que tu m'inspires depuis toujours, ta résilience qui forcent le respect, parce que tu es pour moi une référence depuis tout le temps et que tu continues de me guider, je te dédie ces quelques mots : ¡ Hasta la victoria, siempre !

A Marion, pour cette belle rencontre, pour tous ces bons moments, ces fous rires, ta confiance et ton amitié précieuse au fil des ans. Puisseons-nous ne jamais nous éloigner.

A Jonathan, parce qu'on se suit partout maintenant depuis la seconde, pour ces intenses parties de baby-foot, pour nos soirées au dojo, pour ton soutien durant ces années, pour ces quelques bœufs de guitare qu'il va falloir reprendre bientôt après tout ça, merci. Plein de bonheur à toi.

A mes ami(e)s de la fac,

A Lucille, mon amitié pour toi est indestructible. Je remercie la chance inouïe de t'avoir rencontré et de t'avoir dans ma vie. Merci pour ton état d'esprit, cette force de caractère qui te guide et qui m'inspire, tu es un repère et un pilier indispensable dans ma vie. Merci pour ton soutien infailible. Sache compter sur moi tout le temps.

A Sacha, je souris en me remémorant notre rencontre sur les bancs des amphis P1, et de nos coiffures (oui j'ai bien dit « coiffure ») légendaires. Je te remercie pour tout ce qui s'en est suivi. Notre voyage mémorable au Canada, nos trips à Contis, nos retrouvailles sur Paris. Je sacralise notre amitié. Ta maturité, ta grande disponibilité et ton intelligence forcent mon admiration depuis tout le temps. Merci pour ton soutien depuis toutes ces années.

A Mathilde L., sans qui je n'aurai pas été capable de surmonter cette deuxième première année. Le temps nous aura éloigné, mais ma reconnaissance pour toi reste intacte. Je te souhaite le meilleur.

A Axelle et Olivier, pour nos sous-colles, nos fous rires, nos délires et notre improbable voyage à Amsterdam ! Vous m'avez soutenu et permis d'être où j'en suis.

A Jean Baptiste G., pour nos cours d'anglais of course, ton amitié, ta confiance. Merci pour ces années.

A Chloé, Alice, Jeanne, Gisèle, Camille, les United Colors of Benetton de m'avoir accepté, fait confiance et soutenu. Merci aussi à vos copains.

A mes co-internes,

A Thomas F., mon co-interne Clermontois, pour ton apport précieux dans ce travail et pour cette belle rencontre.

A mes co-internes de 1^{er} semestre Juju, Chloé, P.O pour cette étape difficile mais essentielle qui nous a défini et rapproché.

A ma promo d'anesthésie-réanimation qui m'a accueilli à bras ouverts : A Gwillerm, ma première rencontre, pour ton accueil et pour nos débats enflammés, à Edouard C. et Laeti pour tous ces bons moments partagés, à Adameuuu pour nos passions partagées, à Kévin, Max, Luigi, Gaby, Charlène G. et Charlène D., Inès, Romain, Pierre L. et Pierre T., Manu, Arthur, Morgane, Valérie, Quentin, Charles pour ces bonnes soirées à la Comtesse qui semblent datées d'un autre monde.

A mes cointernes d'ortho et de réa, Ben, Baptiste, Arielle, Pauline, Bertrand et sa série 1, Goudy, Floriane la soclarde et ses pieds dans le plat.

A Thomas de N. pour ce stage en réa Purpan mémorable avec Florine, Elena, Arielle et Thomas.

A mes cointernes de réa montauban, à Mathilde D.... euh non G. et François, merci de m'avoir accompagné dans mes premiers pas de séniorisation. Merci pour vos retours, ça a été un plaisir de travailler à vos côtés.

Aux séniorisés qui m'ont guidé, Kiki (big love !!!), Edouard N., Charlotte S., Anne Cécile, Adrien, Modric', Chloe, Pierre L. (Je t'ai cité deux fois t'as vu ?).

A Pedro pour ta gentillesse et tes encouragements depuis le début de mon internat.

A Tib et Clem pour votre amitié et votre soutien. Je vous souhaite le meilleur.

A mes cointernes plus jeunes sans qui cette thèse n'aurait pas vu le jour.

Aux médecins qui m'ont formé,

Au premier de tous les médecins que j'ai connu, Dr ROY mon médecin traitant, la seule figure de référence lorsque j'ai débuté mes années d'études médicales et qui restera une référence. Je vous remercie pour vos transmissions.

A Sylvie M., pour ton soutien, ta présence à distance, ta douceur, depuis mes premiers pas.

A Fanny et Laure, vous avez forcé mon admiration par vos qualités de médecin mais aussi cette aura qui vous entoure puis convaincu de rejoindre cette belle spécialité. Vous êtes un exemple à suivre et vous avez marqué durablement mon parcours par vos enseignements. Pour tout cela, je vous serais éternellement reconnaissant.

A l'équipe d'urologie, à Aude, Karim, Michel, Antoine, Fouad pour ton état d'esprit et ta pédagogie (ne pas faire de curare sur une neurostimulation !). A Charlène et à Pierre M. pour tes enseignements et ta sérénité à toute épreuve.

A l'équipe de CCV, à Guillaume C. (cette thèse sur la « airmédecine » saurait te plaire j'en suis sûr !), Bénédicte, Hélène, Pascale, Julia, Nicolas, François, Michel B. et ses précieux tips.

A la Réa Purpan, à Guillaume, ses blagues, cette passion des super-héros commune et ses enseignements sur l'éthique notamment, à Boubou, Edith, Béatrice, Hélène bien entendu, merci pour ton soutien continu, ta polyvalence (je n'ai jamais douté de ta péridurale !), à Stein, Caro, Muriel, Véronique, Jean pour ta franchise.

A l'équipe d'orthopédie, au légendaire Claude G., à Bernard T. et sa crainte du jet ski, à Laetitia, à Fabrice, à Vincent, à Anne et Jean Philippe, à Julie et à Caroline D. pour vos enseignements et parce que c'était toujours un grand plaisir de travailler avec vous.

A l'équipe de pédia-mater, à cette dream team qu'étaient Marie V., Adeline, Etienne et Elsa, à Julie G., ton parcours exemplaire, ta gentillesse et ta pédagogie, à Bernard C, à Xavier, Carole et Delphine.

A l'équipe de Réa Ranguel, avec une saveur spéciale en ces temps inédits et bousculés, à Antoine R., Thierry, Pierre C., Bernard G., Jean Marie C., Stéphanie, Caro B., pour vos précieux enseignements, votre pédagogie hors pair, vos qualités médicales et humaines. Je vous suis reconnaissant de vos transmissions et très fier d'avoir pu travailler avec vous « sur le front ».

A l'équipe d'anesthésie de Montauban, à Edmundo pour ta sur-motivation, ton envie de toujours se dépasser, de m'avoir inculqué cette exigence, pour ta sympathie et ton aide en anesthésie comme pendant mes gardes en réa. A Benjamin et Antoine, vous avez marqué ma formation plus que vous ne le pensez sans doute, vos

enseignements et votre investissement envers moi m'ont été précieux. A Mimi pour tes tips et ta conversation intarissable.

A l'équipe de réanimation de Montauban, à GroSam, à Sylvie, à Vincent et Jérôme, pour votre confiance, votre franchise, vos enseignements, et ce compagnonnage de qualité qui m'ont donné confiance en moi.

A tous les médecins que j'ai pu croiser au cours de mon internat, à Vincent B., à David R., à Momo, à Aude C., aux Caro S, à Iohan, Gégé, Stéphanie L, Olivier M., Isabelle S., Xavier P., Maxime P., Maxime B,

Aux parfaits Menut, pour vos enseignements, votre entourage, votre présence, votre humour, votre amitié et votre soutien infailible depuis que nous sommes voisins. Rémi, vivement la reprise, j'ai du feu dans les jambes !

Aux personnels paramédicaux,

Aux IADES du CHU et de Montauban avec qui j'ai eu plaisir de travailler. A Guillaume, John, Betty, Patrick, M-C, Jimmy, Fabrice, Severine, Pauline...

Aux soignants de réa : A Fred Poupel la force tranquille, la coolitude incarnée et nos passions communes, aux kiné Olatz (j'ai depuis appris à différencier Bayonne et Biarritz promis !) et Tiphaine pour leurs grandes qualités et leur extrême gentillesse, à Cédric B., Lenny, Romain D., Stéphane D, Nicolas B, Max la menace, Vincent S. (oui j'aime coiffer les cheveux !), Bertrand C., à Véro, et à tous que je ne peux citer.

Au personnel de SSPI et des consultations.

Aux patients,

Qui ont véritablement fait de moi le médecin que je suis aujourd'hui.

ABREVIATIONS

VAS : Voies Aériennes Supérieures

ORL : Oto-rhino-laryngologie

CER : Comité d’Ethique pour les Recherches

CNIL : Commission Nationale de l’Informatique et des Libertés

RGPD : Règlement Général sur la Protection des Données

GRS : Global Rating Score

RedCap® : Research Electronic Data Capture®

Groupe N : Groupe Normal

Groupe D : Groupe Difficile

EVA : Echelle Visuelle Analogique

CV : Cordes Vocales

TABLE DES MATIERES

ABREVIATIONS	16
TABLE DES MATIERES.....	17
FIGURES ET TABLEAUX	19
INTRODUCTION.....	20
MATERIEL ET METHODE.....	22
SCHEMA DE L'ETUDE.....	22
POPULATION ETUDIEE	22
SIMULATEUR DE REALITE VIRTUELLE HAUTE-FIDELITE ORSIM®	23
GLOBAL RATING SCORE	23
MODELE DU GOPHER.....	24
DONNEES RECUEILLIES	24
DEROULEMENT DE L'ETUDE	25
CRITERE DE JUGEMENT PRINCIPAL.....	27
CRITERES DE JUGEMENT SECONDAIRES	27
METHODOLOGIE STATISTIQUE.....	27
RÉSULTATS.....	28
DESCRIPTION DE LA POPULATION.....	28
SCORES GRS LORS DE L'ETAPE FINALE	30
EVOLUTION DE L'ENSEMBLE DES PARAMETRES DE PERFORMANCE ENTRE LE DEBUT DE L'ENTRAINEMENT ET L'ETAPE FINALE EN CONDITIONS ANATOMIQUES NORMALES	31
COMPARAISON DES TAUX DE SUCCES, TEMPS DE REALISATION, TAUX DE COLLISIONS EVITEES ET DU NIVEAU DE DIFFICULTE ESTIME LORS DE L'ETAPE FINALE.....	32
DISCUSSION	33
FORCES ET LIMITES DE L'ETUDE.....	36
CONCLUSION	38
BIBLIOGRAPHIE.....	39
ANNEXES	43
ANNEXE I – COURBE D'APPRENTISSAGE DE L'INTUBATION FIBROSCOPIQUE.....	43
ANNEXE II – CLASSIFICATION DE KIRKPATRICK	44
ANNEXE III : EVALUATION DE LA DEXTERITE ENTRE LES GROUPES N ET D, RESULTATS DETAILLES.....	45

ANNEXE IV : TAUX DE SUCCES ENTRE LES GROUPES N ET D LORS DE L'ETAPE FINALE	45
ANNEXE V : TEMPS DE REALISATION (EN SECONDES) ENTRE LES GROUPES N ET D LORS DE L'EPREUVE FINALE	46
ANNEXE VI : COLLISIONS EVITEES (EN POURCENTAGE) ENTRE LES GROUPES N ET D LORS DE L'EPREUVE FINALE	46
ANNEXE VII : NIVEAU DE DIFFICULTE ESTIME PAR LES PARTICIPANTS LORS DE L'EPREUVE FINALE (AUTOEVALUATION SUR UNE ECHELLE DE 0 A 100 : 0 CORRESPONDANT A L'ABSENCE DE DIFFICULTE ; 100 AU PLUS HAUT NIVEAU DE DIFFICULTE).	47
ANNEXE VIII : SCORES GRS DES SCENARIOS DURANT LA PHASE D'ENTRAINEMENT DU GROUPE D.	47
ABSTRACT	48

FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 : Schéma de l'étude.....	26
Tableau 1 : Caractéristiques de la population étudiée	29
Tableau 2 : Résultats de l'épreuve de dextérité.....	30
Tableau 3 : Scores GRS lors de l'étape finale	30
Tableau 4 : Evolution des paramètres de performance entre le début de l'entraînement et l'étape finale en conditions anatomiques normales	31

INTRODUCTION

La gestion des voies aériennes supérieures (VAS) est fondamentale en anesthésie-réanimation. L'intubation difficile est source de morbi-mortalité (1,2). Au fil du temps et des innovations technologiques (3,4), des algorithmes décisionnels (5–7) ont été développés pour prévenir ce risque.

Dans le cadre de ces algorithmes, l'intubation fibroscopique apparaît comme une technique de première intention en cas d'intubation difficile prévisible programmée ou de sauvetage lors d'une situation d'intubation difficile imprévue (8).

Il s'agit d'une technique complexe nécessitant un apprentissage spécifique, potentiellement long pour l'opérateur novice (9–13) et imposant une pratique régulière afin de garantir un maintien des compétences pour l'opérateur entraîné (14,15).

Son utilisation en pratique clinique est limitée du fait de l'amélioration des techniques de vidéo-laryngoscopie (4,16,17). Son recours en première intention est le plus souvent réservé à la chirurgie maxillo-faciale et oto-rhino-laryngologique (8,18).

La formation initiale pourrait ne pas suffire à l'acquisition d'un niveau d'expertise en raison du recours peu fréquent à l'intubation fibroscopique en pratique quotidienne (19).

Un entraînement initial à l'intubation fibroscopique n'apparaît ni envisageable d'un point de vue éthique chez des patients connus pour des voies aériennes difficiles et donc à haut risque de complication, ni chez des patients aux voies aériennes normales, cette technique n'étant pas dénuée de risque iatrogène (20–23). La simulation pourrait permettre de répondre à ces impératifs (24–26).

Développée dans les années soixante dans le milieu médical et inspirée du milieu aéronautique (27), la simulation apparaît comme un outil à privilégier durant la formation initiale mais aussi continue, et a d'ailleurs fait l'objet de récentes recommandations d'experts (28).

La simulation en réalité virtuelle a montré son intérêt dans l'apprentissage de la fibroscopie par rapport au modèle classique sur mannequin (29,30) et en comparaison à un apprentissage standard (31–35). La plupart des études portent sur

la fibroscopie bronchique et peu ont étudié l'apprentissage de l'intubation par fibroscopie.

La problématique actuelle reste la transposition de la simulation à la réalité clinique (36,37). En effet, les simulateurs classiques de fibroscopie ne proposent aujourd'hui que des scénarios d'intubation dans des conditions anatomiques normales, bien loin des conditions réelles d'utilisation de l'intubation fibroscopique en pratique quotidienne (38–44).

C'est dans ce contexte que le simulateur de réalité virtuelle ORSIM® a été développé (45). Il est en effet à ce jour le seul modèle à proposer des scénarios d'intubation difficile. Son coût est considérable et les données disponibles ne permettent pas de démontrer que l'apprentissage simulé sur scénarios d'intubation difficile prépare de manière plus efficiente à l'intubation fibroscopique qu'un entraînement simulé sur des voies aériennes normales.

L'objectif principal de notre étude était d'étudier l'intérêt de scénarios difficiles proposés par le simulateur ORSIM® dans l'apprentissage de l'intubation fibro-assistée.

Schéma de l'étude

Il s'agissait d'une étude contrôlée, randomisée, internationale, menée dans les centres hospitalo-universitaires de Toulouse (France), Clermont-Ferrand (France), Oxford (Angleterre), Coventry (Angleterre), Toronto (Canada) et Auckland (Nouvelle Zélande).

Ce projet a reçu un avis favorable du comité éthique de chaque centre participant. A Toulouse, cette étude a été validée auprès du Comité d'Ethique pour les Recherches (CER) de l'Université de Toulouse (numéro d'enregistrement : 2018-099) et a fait l'objet d'un engagement de conformité auprès de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL), selon la méthodologie de référence MR004 relative aux recherches non interventionnelles impliquant la personne humaine, dans le cadre du Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD). Le transfert des données à l'étranger a été encadré par cette même disposition et par une clause contractuelle s'agissant des transferts de données vers le Canada.

Après information orale et écrite, la non-opposition du participant était recueillie par l'investigateur.

Population étudiée

Les participants à l'étude devaient être majeurs, internes ou praticiens en anesthésie-réanimation et devaient avoir pratiqué au maximum dix fibroscopies pour intubation oro- ou nasotrachéale. Ce critère d'inclusion repose sur des études antérieures (8,11) montrant une courbe d'apprentissage (ANNEXE I) initialement exponentielle jusqu'à la réalisation de dix fibroscopies, puis devenant lentement progressive. Le nombre nécessaire de fibroscopies pour atteindre un niveau expert varie selon les études entre trente et soixante fibroscopies (9,46,47).

Les critères d'exclusion étaient toute personne majeure protégée ou mineure, la pratique antérieure de plus de dix fibroscopies pour intubation, l'existence d'un lien de subordination avec le chercheur principal ou les chercheurs associés, le refus ou le retrait de consentement.

Simulateur de réalité virtuelle haute-fidélité ORSIM®

Le simulateur de réalité virtuelle haute-fidélité ORSIM® (Airway Simulation Limited, Auckland, New Zealand) (<https://www.orsim.co.nz/design>) testé dans cette étude est composé d'une réplique de fibroscope, reliée à un boîtier électronique utilisé comme interface, lui-même connecté à un ordinateur portable dédié. Composé de logiciels Hardware et Software, il tente de reproduire une expérience haute-fidélité de voies aériennes supérieures et inférieures. Il inclut des modules d'apprentissage de l'anatomie oro-pharyngo-laryngée et de l'arbre bronchique jusqu'au niveau segmentaire, d'évaluation de la dextérité par un modèle non anatomique dit Gopher, ainsi que des scénarios d'apprentissage de l'intubation dans des conditions anatomiques normales ou difficiles. Il offre la possibilité pour chaque scénario de choisir la voie d'introduction nasale ou orale du fibroscope. Il permet enfin l'enregistrement des séquences d'intubation et définit un score de performance : le Global Rating score (GRS).

Global Rating Score

La validité et la fiabilité du simulateur ORSIM® pour évaluer le niveau d'expertise d'un opérateur ont été démontrées dans une étude de P. Baker et al. (45) : vingt-huit participants, répartis en trois groupes de niveau (novice n'ayant aucune expérience du fibroscope, intermédiaire ayant déjà réalisé entre une et dix intubations fibroscopiques, expert ayant déjà réalisé plus de cinquante intubations fibroscopiques), devaient résoudre au simulateur sept scénarios d'intubation (deux normaux, cinq difficiles). Un groupe de trois observateurs analysaient en aveugle les 196 enregistrements générés et les évaluaient selon deux échelles visuelles analogiques (EVA) :

- Une évaluation de 0 (novice) à 100 (expert) de six paramètres de performance définis préalablement, comprenant l'économie de mouvement, la stabilité de l'image, le maintien d'une trajectoire idéale, l'évitement des collisions, le mouvement réfléchi et la vitesse.
- Une évaluation du niveau global de 0 (novice) à 100 (expert).

Les résultats de cette étude montraient que l'analyse isolée de chaque paramètre ne permettait pas de distinguer le niveau réel de chaque participant de façon fiable mais que l'évaluation globale était fiable avec une bonne corrélation inter-observateur (supérieure à 0,8). L'analyse combinée des deux échelles, associée aux paramètres

métriques informatiques du simulateur, permettait de construire un score de performance global, le Global Rating Score, intégré au dispositif. Ce score était exprimé en pourcentage. Un score supérieur à 70% définissait un niveau expert.

Modèle du Gopher

Pour évaluer la dextérité pré-test de chaque participant, un modèle non anatomique, appelé « Gopher », intégré au simulateur, était utilisé. Il s'agissait d'un exercice de manipulation du fibroscope consistant à atteindre neuf cibles successives représentées par des personnages, répartis en différents points de l'écran, dont l'accès était de difficulté croissante. La dextérité de chaque participant était appréciée au moyen du score GRS à l'issue de l'exercice.

Données recueillies

Les données suivantes étaient recueillies par un questionnaire anonyme : l'âge, le genre, la main dominante, le niveau d'études médicales, la pratique antérieure de la fibroscopie quelque soit son indication, le nombre d'intubations fibroscopiques antérieures, le nombre d'intubations fibroscopiques dans les douze mois précédents, le niveau d'expertise estimé à l'intubation fibroscopique, l'expérience antérieure au simulateur ORSIM®, l'expérience de l'intubation fibroscopique sur mannequin, l'expérience et le niveau d'expertise estimé aux jeux vidéo.

Le score GRS, la nature du scénario, le temps de réalisation, le temps d'entraînement, la voie d'introduction du fibroscope, le pourcentage de collisions évitées et la saturation en oxygène minimale étaient recueillis grâce au simulateur. De plus, le niveau de difficulté estimé par auto-évaluation sur une échelle visuelle analogique de 0 (très facile) à 100 (très difficile) était recueilli pour tout scénario réussi.

L'ensemble de ces données étaient enregistrées et centralisées au moyen du logiciel REDCap® (Research Electronic Data Capture) version 9.1.0, développé par l'Université Vanderbilt (Nashville, Tennessee, USA). Ce logiciel sécurisé en ligne permet le recueil et l'exploitation de métadonnées dédiées à la recherche clinique universitaire (48,49).

Déroulement de l'étude

Après information détaillée, chaque participant était invité à remplir une feuille de consentement écrit puis à répondre à un questionnaire anonyme.

Les participants visualisaient une vidéo explicative présentant le simulateur, son fonctionnement ainsi que les principaux mouvements fondamentaux du fibroscope et le principe de réalisation d'une séquence d'intubation.

Une évaluation initiale du niveau de dextérité était réalisée au moyen du modèle non anatomique du Gopher.

Chaque participant disposait de 5 minutes de familiarisation avec le simulateur en conditions anatomiques normales. Durant cette étape, aucun score n'était enregistré.

A l'issue de ce temps, une nouvelle évaluation de la dextérité était effectuée.

Une randomisation était ensuite réalisée par tirage au sort : les participants étaient répartis en deux groupes, Normal (N) ou Difficile (D), selon le mode d'entraînement dont ils allaient bénéficier.

Le groupe Difficile devait réaliser successivement quatre scénarios dans un ordre prédéfini : un scénario d'intubation dans des conditions normales et trois scénarios d'intubation difficile comprenant un abcès rétro-pharyngé, un kyste épiglottique et une macroglossie. Les participants disposaient de dix minutes pour résoudre chaque scénario soit un total de quarante minutes. En cas de succès ou de délai dépassé, le scénario suivant était réalisé.

Le groupe Normal, groupe contrôle, disposait d'un temps équivalent au temps total théorique accordé au groupe Difficile, soit un maximum de quarante minutes, pour accomplir autant de séquences d'intubation dans des conditions normales qu'il le souhaitait. Dans ce groupe, chaque participant était libre d'interrompre l'entraînement au moment qu'il jugeait opportun pour passer à l'étape finale.

Dans les deux groupes, les participants pouvaient choisir entre une pré-oxygénation pour éviter toute désaturation et une oxygénation thérapeutique en cas de désaturation. Concernant la voie d'introduction du fibroscope, celle-ci pouvait être modifiée en cours de scénario et était laissée à l'appréciation de chaque participant.

L'étape finale, commune aux deux groupes, consistait en la réalisation de cinq scénarios dans un ordre défini : un scénario d'intubation dans des conditions anatomiques normales et quatre scénarios d'intubation difficile comprenant un

traumatisme des voies aériennes supérieures, une épiglottite sévère, un kyste des cordes vocales et un œdème angioneurotique. Les participants disposaient de dix minutes maximum pour résoudre chaque scénario. En cas de succès ou de délai dépassé, le scénario suivant était réalisé.

A chaque étape, l'investigateur en présence ne pouvait ni guider ni aider le participant dans la résolution du scénario. Il n'avait qu'un rôle d'observateur et ne pouvait intervenir qu'en cas de problème technique concernant le fonctionnement du simulateur.

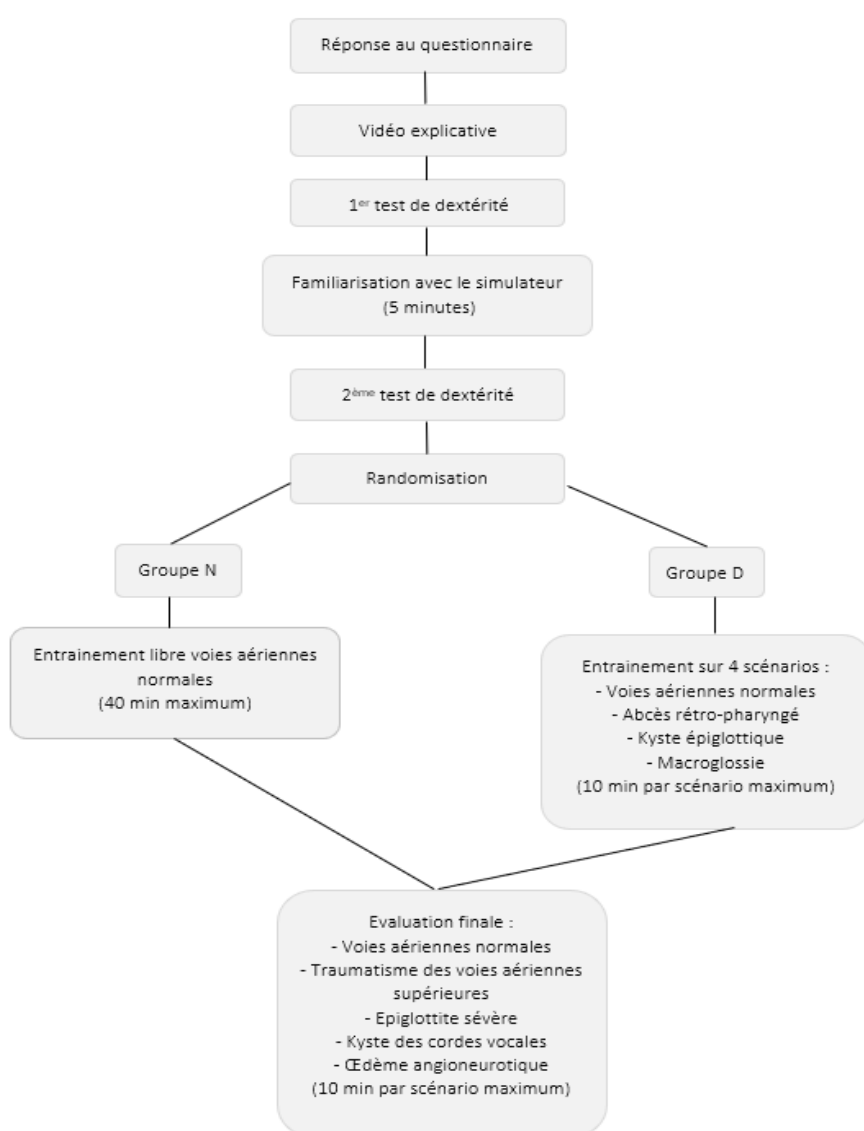


Figure 1 : Schéma de l'étude

Critère de jugement principal

Le critère de jugement principal était la comparaison des scores GRS lors de l'étape finale entre les groupes. Il s'agissait de comparer les performances à l'issue d'un entraînement simulé dans des conditions anatomiques normales ou difficiles (niveau 2 selon la classification de Kirkpatrick en ANNEXE II).

Critères de jugement secondaires

Les critères de jugement secondaires étaient l'évolution de l'ensemble des paramètres de performance entre le début de l'entraînement et l'étape finale en conditions anatomiques normales ; la comparaison entre les groupes des taux de succès, des temps de réalisation, du pourcentage de collisions évitées pour chaque scénario et du niveau de difficulté ressentie pour chaque scénario réussi lors de l'étape finale.

Méthodologie statistique

Le logiciel REDCap® (Research Electronic Data Capture®) a été utilisé pour le recueil des données. La puissance de cette étude a été calculée à partir des résultats d'une étude précédente sur le simulateur ORSIM® de P.Baker et al. (45). Pour montrer une différence de 25% avec une puissance de 90% et un risque d'erreur α de 0,05, le nombre de sujets nécessaire à inclure était de 128 participants répartis sur les six centres d'investigation (Auckland, Clermont-Ferrand, Coventry, Oxford, Toronto et Toulouse). Un nombre de 25 participants par centre a été convenu soit 150 participants au total. Le logiciel R® (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) a été utilisé pour la réalisation des statistiques. Tous les tests statistiques ont été réalisés de manière bilatérale. Les variables catégorielles ont été analysées par le Chi-square test et le test exact de Fisher. Les variables ordinales ont été évaluées par le test de Wilcoxon-Mann-Whitney et le modèle de Cox. Les résultats ont été exprimés en médiane et écart interquartile ou en pourcentage et en nombre.

RÉSULTATS

Description de la population

Débutées en juin 2019, les inclusions ont été interrompues précocément en raison de la pandémie COVID-19 ayant sévi à partir de mars 2020 en Europe puis en Amérique. Les centres de Toronto et d'Auckland n'ayant pas pu débiter le protocole, cette étude présente les résultats d'une analyse portant sur 86 participants sur 150 attendus (43 dans le groupe Normal ; 43 dans le groupe Difficile), recrutés entre juin 2019 et mars 2020 dans les centres hospitalo-universitaires de Toulouse (25 participants), de Clermont Ferrand (25 participants), de l'University Hospitals Coventry and Warwickshire NHS Trust (16 participants) et de l'Oxford University Hospitals NHS Foundation Trust (20 participants).

Au total, 105 participations ont été enregistrées parmi lesquelles neuf ont été exclues en raison de données manquantes ou invalides et neuf autres car les participants avaient déjà réalisé plus de 10 fibroscopies. Enfin, une participation a été enregistrée deux fois. Seul le premier enregistrement a été retenu.

Le tableau 1 résume les caractéristiques des participants. La population était majoritairement masculine (59,3%), d'un âge médian de 26 ans. Plus de 75% d'entre eux avaient déjà manipulé un fibroscope. Plus de 16 % des participants avaient déjà manipulé au moins une fois le simulateur ORSIM®. Leur répartition était équitable entre les groupes. Il n'y avait pas de différence significative en terme de nombre d'intubations fibroscopiques antérieures réalisées, de niveau d'expertise estimé à l'intubation fibroscopique, d'expérience de l'intubation fibroscopique sur mannequin ni d'expérience et d'expertise aux jeux vidéo.

L'évaluation du niveau de dextérité par le modèle non anatomique du Gopher, avant et après prise en main du fibroscope, ne montrait pas de différence significative entre les groupes (tableau 2). Les résultats détaillés sont disponibles en ANNEXE III.

Tableau 1 : Caractéristiques de la population étudiée

	Population totale N = 86	Groupe N N = 43	Groupe D N = 43	p
Age (années)				
	26 (25 ; 31)	26 (25 ; 30)	26 (25 ; 31)	0,47
Genre				
Homme	51 (59,3%)	24 (55,8%)	27 (62,8%)	0,66
Femme	35 (40,7%)	19 (44,2%)	16 (37,2%)	
Main dominante				
Gaucher	9 (10,5%)	4 (9,3%)	5 (11,6%)	0,57
Droitier	75 (87,2%)	37 (86%)	38 (88,4%)	
Ambidextre	2 (2,3%)	2 (4,7%)	0 (0%)	
Niveau d'études médicales				
Interne 1 ^{ère} année	43 (50%)	20 (46,5%)	23 (53,5%)	0,67
Interne > 1 ^{ère} année	42 (48,8%)	22 (51,2%)	20 (46,5%)	
Autres	1 (1,2%)	1 (2,3%)	0 (0%)	
Expérience antérieure du fibroscope				
Oui	65 (75,6%)	31 (72,1%)	34 (79,1%)	0,62
Non	21 (24,4%)	12 (27,9%)	9 (20,9%)	
Nombre d'intubations fibroscopiques antérieures				
0	21 (24,4%)	12 (27,9%)	9 (20,9%)	0,09
1-5	52 (60,5%)	28 (65,1%)	24 (55,8%)	
6-10	13 (15,1%)	3 (7%)	10 (23,3%)	
11 et plus	0%	0%	0%	
Nombre d'intubations fibroscopiques dans les 12 mois précédents				
0	21 (24,4%)	12 (27,9%)	9 (20,9%)	0,62
1-5	65 (75,6%)	31 (72,1%)	34 (79,1%)	
6-10	0%	0%	0%	
11 et plus	0%	0%	0%	
Niveau d'expertise estimée (0 à 10)				
	1 (0 ; 2)	1 (0 ; 2)	1 (0 ; 2,5)	0,78
Expérience de l'intubation sur ORSIM®				
Oui	14 (16,3%)	7 (16,3%)	7 (16,3%)	1
Non	72 (83,7%)	36 (83,7%)	36 (83,7%)	
Intubation fibroscopique sur mannequin				
Oui	34 (39,5%)	16 (37,2%)	18 (41,9%)	0,82
Non	52 (60,5%)	27 (62,8%)	25 (58,1%)	
Expérience des jeux vidéo				
Oui	57 (66,3%)	28 (65,1%)	29 (67,4%)	1
Non	29 (33,7%)	15 (34,9%)	14 (32,6%)	
Niveau d'expertise estimée aux jeux vidéo (0 à 10)				
	2,5 (0 ; 6)	2 (0 ; 6)	4 (1 ; 6)	0,22

Résultats exprimés en médiane et écart interquartile ou en nombre et pourcentage, $p < 0,05$ significatif

Tableau 2 : Résultats de l'épreuve de dextérité

	Population totale N = 86	Groupe N N = 43	Groupe D N = 43	p*
Score GRS (%) 1^{ère} session	40% (34 ; 45)	41% (34 ; 48)	40% (32 ; 44)	0,36
Score GRS (%) 2^{ème} session	42% (32 ; 50)	44% (38 ; 53)	40% (30 ; 46)	0,064
Différence de score (%)	4% (-7 ; 13)	6% (-4 ; 13)	0% (-10 ; 10)	0,22

GRS : Global Rating Score , résultats exprimés en médiane et écart interquartile (1^{er} et 3^{ème} quartile), en pourcentage, $p < 0,05$ significatif.

* Différence entre le groupe N et D

Scores GRS lors de l'étape finale

Concernant notre critère de jugement principal (tableau 3), nous avons mis en évidence une différence significative sur le score GRS final entre les groupes N et D lors de la réalisation de l'intubation dans des conditions normales. En effet, le score médian du groupe N était de 76% (56,5 ; 90) versus 58% (51,5 ; 69) pour le groupe D ($p = 0,0013$). Concernant les scénarios difficiles, il n'y avait pas différence significative entre les groupes.

Tableau 3 : Scores GRS lors de l'étape finale

	Groupe N N = 43	Groupe D N = 43	p
Voies aériennes normales	76% (56,5 ; 90)	58% (51,5 ; 69)	0,0013
Traumatisme des VAS	60% (44 ; 78)	58% (45 ; 70,5)	0,841
Epiglottite sévère	43 % (22 ; 59,5)	52% (17 ; 68)	0,616
Kyste des cordes vocales	0% (0 ; 16,5)	2% (0 ; 28,5)	0,559
Œdème angioneurotique	39% (16,5 ; 51)	40% (14,5 ; 59,5)	0,822

VAS : voies aériennes supérieures ; résultats exprimés en médiane et en écart interquartile (1^{er} et 3^{ème} quartile), en pourcentage, $p < 0,05$ significatif.

Evolution de l'ensemble des paramètres de performance entre le début de l'entraînement et l'étape finale en conditions anatomiques normales

Au début de la phase d'entraînement, il n'y avait pas de différence en terme de score GRS, de temps de réalisation ni de taux de collisions évitées entre les groupes lors de la première intubation fibroscopique simulée en conditions anatomiques normales. Nous avons cependant noté que le niveau de difficulté estimé sur une échelle d'autoévaluation allant de 0 à 100 apparaissait moindre pour le groupe D à 22 (12 ; 37) versus 50,5 (39 ; 61,5) pour le groupe N avec $p < 0,0001$.

Lors de l'étape finale, il a été mis en évidence une amélioration significative du score GRS pour le groupe N. Le temps de réalisation mais également le niveau de difficulté estimé étaient significativement réduits pour ce même groupe lors de l'intubation en conditions normales (tableau 4).

Dans le groupe N, le nombre médian d'intubations réalisées durant la phase d'entraînement était de 12 (9 ;22) intubations fibroscopiques et la durée médiane d'entraînement était de 17 (12,5 ;29) minutes.

Tableau 4 : Evolution des paramètres de performance entre le début de l'entraînement et l'étape finale en conditions anatomiques normales

	Population totale N = 86	Groupe N N = 43	Groupe D N = 43	p*
Performances lors du 1^{er} essai				
Score GRS (%)	52 (46 ; 66,8)	50 (46 ; 68)	53 (45,5 ; 66)	0,78
Temps (en secondes)	44.5 (29,2 ; 69,8)	45 (29 ; 72)	42 (30,5 ; 61)	0,42
Collisions évitées (%)	99 (80,2 ; 100)	100 (79 ; 100)	91 (81 ; 100)	0,65
Difficulté estimée (de 0 à 100)	38 (17,2 ; 50,8)	50 (39 ; 61,5)	22 (12 ; 37)	< 0,0001
Différences entre le 1^{er} essai et l'étape finale				
Score GRS (%)	8 (0,2 ; 20)	16 (7 ; 23)	4 (-1,5 ; 9,5)	<0,0001
Temps (en secondes)	-12 (-27,8 ; -3)	-18 (-37 ; -8,5)	-6 (-18 ; -0,5)	0,0018
Collisions évitées (%)	0 (-4,5 ; 9,2)	0 (0 ; 11,5)	0 (-6,5 ; 8,5)	0,199
Difficulté estimée (de 0 à 100)	-14 (-32,8 ; -4)	-29 (-45 ; -11,5)	-7 (-17,5 ; 0,5)	< 0,0001

*IOT : intubation oro-trachéale ; INT : intubation naso-trachéale ; GRS : Global Rating Score ; Résultats exprimés en médiane et écart interquartile (1^{er} et 3^{ème} quartile) en nombre ou en pourcentage, $p < 0,05$ significatif. * Différence entre les groupes N et D*

Comparaison des taux de succès, temps de réalisation, taux de collisions évitées et du niveau de difficulté estimé lors de l'étape finale

Il n'y avait pas de différence significative entre les groupes concernant le taux de succès et les temps de réalisation lors de l'étape finale (ANNEXES IV et V). Le taux de collisions évitées apparaissaient significativement plus élevé dans le groupe N avec un taux de 100% (89,5 ;100) versus 95% (79 ;100) pour le groupe D ($p=0,0275$) (ANNEXE VI).

Le niveau de difficulté estimé était significativement moindre pour le groupe D pour les scénarios « traumatisme des voies aériennes supérieures » ($p=0,0354$) et « épiglottite sévère » ($p = 0,0327$) (ANNEXE VII).

DISCUSSION

Notre étude ne nous permet pas de démontrer qu'un entraînement sur scénarios d'intubation difficile prépare de manière plus efficiente à l'intubation fibroscopique qu'un entraînement simulé dans des conditions anatomiques normales. Elle met cependant en évidence une augmentation significative du score de performance en conditions anatomiques normales lors de l'étape finale pour les participants ayant bénéficié d'un entraînement dans ces conditions d'intubation. Il ne semble pas y avoir d'apprentissage « cross-over » : l'entraînement sur scénario anatomique normal ne semble pas améliorer les performances lors de la réalisation des scénarios d'intubation difficile, de même que l'entraînement sur scénarios d'intubation difficile ne semble pas améliorer les performances lors de la réalisation du scénario anatomique normal.

Graeser et al. (35) ont souligné l'intérêt de la simulation dans la progression sur la courbe d'apprentissage de l'intubation fibroscopique. J.E Smith et al. (11) ont décrit cette courbe d'apprentissage suivant une tendance exponentielle jusqu'à environ dix gestes répétés dans des conditions identiques avant d'atteindre une phase d'évolution lentement progressive. Comme nous l'avons rapporté en introduction, trente à soixante fibroscopies permettraient l'acquisition d'un niveau expert (9). Ainsi, plus que le mode d'entraînement, la répétition du geste technique semble être un déterminant clé de l'apprentissage. Dans notre étude, durant la phase d'entraînement, le groupe Normal réalisait en médiane douze intubations en conditions normales durant une période de dix-sept minutes alors que le groupe Difficile n'en réalisait qu'une seule dans ces mêmes conditions (durée médiane d'intubation : quarante-deux secondes). Dans le groupe Difficile, chaque scénario de la phase d'entraînement ne pouvant être réalisé qu'une seule fois, chaque participant réalisait donc moins de dix fibroscopies tous scénarios confondus. Ceci pourrait expliquer en partie le résultat de cette analyse.

Ce modèle de courbe d'apprentissage précédemment cité a été étudié dans des conditions anatomiques normales et sa reproductibilité dans des conditions variées d'intubation difficile reste à démontrer. Nous ne saurions dire, au regard des données de la littérature, si cette courbe d'apprentissage varie en fonction du niveau de difficulté, si elle est spécifique pour chaque scénario ou si elle est transposable d'un

scénario difficile à un autre. Ainsi, si le nombre de répétitions semble un déterminant essentiel de l'apprentissage, il ne saurait être un objectif en soi.

Dans l'étude princeps évaluant la validité et la fiabilité du simulateur ORSIM®, P. Baker et al. (45) suggèrent un seuil de 70% pour discriminer un niveau expert d'un niveau intermédiaire. Notre étude révèle un score GRS médian de 76% pour les participants ayant bénéficié d'un entraînement en conditions anatomiques normales lors de la réalisation de ce même scénario au cours de l'épreuve finale. Ce groupe a donc acquis une expertise à l'issue de la phase d'entraînement ciblé sur la répétition du même scénario. A l'inverse, pour le groupe Difficile, le score GRS médian de chaque scénario reste systématiquement inférieur à 70% lors de la phase d'entraînement (ANNEXE VIII). Ce groupe a priori n'a donc pas acquis d'expertise avant l'évaluation finale.

La réalisation d'une seule tentative en un temps limité ne semble pas être une stratégie d'entraînement suffisante à l'acquisition d'une compétence. Pour atteindre un niveau d'expertise, un objectif d'entraînement doit être fixé tel qu'une valeur seuil de score GRS de 70%, en laissant la possibilité pour chaque participant d'y accéder. Ceci implique une répétition et un délai d'apprentissage qui pourraient dépendre du niveau de dextérité propre à chaque participant.

Yang et al. (50) ont récemment démontré le lien existant entre des capacités visuo-spatiales et psychométriques innées élevées et la rapidité d'apprentissage de la fibroscopie sur un modèle non anatomique chez des participants novices. De même, dans le domaine de la chirurgie laparoscopique, Louridas et al. (51) tendent à montrer l'intérêt de tests psychométriques pour prédire les performances techniques des nouveaux résidents. Ceci suggère que chaque participant a besoin, selon son niveau d'aptitude initial, d'une stratégie et d'un temps d'apprentissage personnalisé pour atteindre un niveau d'expertise. Dans cette étude, le niveau de dextérité entre les groupes était comparable. Il serait intéressant dans de prochaines études d'étudier le lien entre la dextérité initiale et le délai d'acquisition d'une expertise afin d'en comprendre les interactions et de proposer une approche plus personnalisée.

Ce type d'apprentissage ciblé s'inscrit dans le concept anglo-saxon de « Competence by design ». Développé par le Collège Royal des Médecins et Chirurgiens du Canada en 2017, cette stratégie d'éducation médicale est basée sur la valorisation des compétences. Elle détermine les acquis, fixe des objectifs à atteindre, propose des moyens adaptés d'y parvenir et évalue les acquisitions. Elle

fait appel pour cela à deux grands types d'évaluation pédagogique : l'évaluation sommative basée sur une graduation chiffrée par des points, notes ou pourcentages, et l'évaluation formative basée sur le concept du « feedback » permettant de renseigner l'étudiant et l'enseignant sur les acquis ou les éléments à améliorer à tout instant de la phase d'apprentissage afin de le rendre plus efficient.

Notre étude s'est ici limitée au niveau 2 de la classification de Kirkpatrick : l'évaluation de l'acquisition d'une compétence, ceci au moyen d'un score de performance (évaluation sommative). Il aurait été intéressant, dans une approche plus formative, d'évaluer le niveau de satisfaction avant/après de l'apprenant vis-à-vis de la simulation (niveau 1) et la perception de l'apprenant de l'intérêt de cet apprentissage dans sa pratique clinique quotidienne (niveau 3). L'évaluation de niveau 4, c'est-à-dire le bénéfice de cet apprentissage dans la pratique clinique sur la qualité des soins, doit rester notre objectif à terme.

L'enjeu principal des simulateurs haute-fidélité est de répondre à leur promesse de retranscrire avec précision les conditions réelles. Dans le domaine de la fibroscopie, il est souvent reproché une trop grande sensibilité de la fibre optique ainsi que l'absence de mouvements laryngés ou glottiques, de sécrétions ou d'obstruction du canal optique souvent rencontrés en pratique clinique (40). Enfin, la dimension réelle de l'urgence vitale, de la stabilité clinique à la compliance du patient vis-à-vis de la procédure, de même que la gestion per-opératoire ne sont pas pris en compte dans ce type de simulation. La sphère psychoaffective n'intervient pas : le réalisme conceptuel (actions et événements ressemblant à la pratique clinique), émotionnel et holistique (ressenti émotionnel et cognitif des participants) n'entrent alors pas en ligne de compte dans cette forme de simulation.

Dans notre étude, nous avons cependant choisi d'évaluer le niveau de difficulté ressenti par les participants pour chaque scénario réussi à chaque étape. Au début de la phase d'entraînement, lors de la réalisation du scénario en conditions normales, les participants du groupe Difficile ont ressenti une difficulté moindre par rapport au groupe Normal pour des performances pourtant comparables. Ceci pourrait être expliqué par une anticipation des participants qui se savaient devoir résoudre des scénarios difficiles à venir. Concernant ce même groupe, les différences observées durant l'évaluation finale pour les scénarios « traumatisme des voies aériennes supérieures » et « épiglottite sévère », certes statistiquement significatives, ne semblent pas cliniquement pertinentes : en effet, elles n'étaient que de 13 points au maximum sur une échelle de 0 à 100. Lors de l'évaluation finale,

l'acquisition d'un niveau d'expertise dans le groupe Normal semble avoir réduit de manière significative la perception du niveau de difficulté. L'entraînement basé sur l'expérience et la répétition d'un même scénario pourrait réduire le stress induit par ce type de procédure. En pratique, comme souvent constaté en anesthésie ou en chirurgie, le stress et la perception de la difficulté d'un geste technique avant même sa réalisation pourraient le rendre moins aisé et nuire aux performances de l'apprenant. L'entraînement apparaît alors comme une solution efficace pour y remédier (52,53).

Forces et limites de l'étude

Cette étude contrôlée et randomisée est la première à notre connaissance à évaluer l'intérêt de l'utilisation de scénarios difficiles dans l'apprentissage de l'intubation fibroscopique sur simulateur. Son caractère multicentrique et international en fait une force indiscutable et s'inscrit dans une stratégie d'uniformisation des pratiques d'apprentissage. Elle confirme l'acquisition d'un niveau d'expertise pour le groupe Normal basée sur la répétition d'un même scénario. Ces observations sont renforcées par les données récentes de la littérature (11). Enfin, le score GRS utilisé dans cette étude est un critère de jugement objectif.

L'inclusion de participants ayant déjà manipulé au moins une fois le simulateur ORSIM® aurait pu entraîner un biais mais leur répartition était équitable entre les groupes et leurs niveaux comparables. Il sera difficile à l'avenir d'exclure ce type de participant, l'apprentissage par simulateur ORSIM® devenant une pratique courante dans de nombreux centres de formation.

Les limites de cette étude sont dominées par un effectif réduit lié à un arrêt prématuré diminuant la puissance de celle-ci. Cependant, sur la base des résultats de l'étape finale, et notamment des valeurs des écarts interquartiles des scores GRS dans les scénarios difficiles, l'augmentation du nombre de participants n'aurait probablement permis de constater une différence de score cliniquement pertinente entre les groupes.

Ces constats nous ont conduit à reconsidérer notre méthodologie et à interrompre précocement notre travail afin d'intégrer l'ensemble de ces observations. La stratégie d'entraînement devrait fixer un objectif de score GRS au moins égal à 70% dans les deux groupes pour chaque scénario lors de la phase d'entraînement, ceci quel que soit le temps consacré. Cette méthodologie permettrait en effet d'analyser de manière plus fiable l'acquisition d'une expertise en conditions difficiles lors de

l'évaluation finale. Elle permettrait de répondre à la question suivante : un niveau d'expertise dans un scénario d'intubation difficile donné est-il prédictif d'un niveau d'expertise pour tout type de scénario ? Le temps d'entraînement et la dextérité initiale de chaque participant devraient également être intégrés à l'analyse afin de personnaliser l'apprentissage. Enfin, l'évaluation du taux de satisfaction et l'intérêt ressenti par les participants dans leur pratique clinique devraient être renseignés.

En cas d'étude positive, une troisième étude devrait être conduite avec l'utilisation d'un modèle fabriqué par impression en trois dimensions à partir de reconstructions scanographiques de voies aériennes d'un patient connu pour intubation difficile. Enfin, une quatrième étude, clinique, permettrait de confirmer ou infirmer qu'un niveau expert au simulateur ORSIM® peut prédire un niveau satisfaisant en situation clinique réelle.

La simulation en réalité virtuelle, en particulier haute-fidélité, représente un coût considérable limitant sa plus large utilisation. Ce type de simulateur doit donc démontrer un intérêt clinique pour légitimer son utilisation. L'avenir des simulateurs dit « haute-fidélité » dépendra in fine de leur proximité avec la réalité.

CONCLUSION

La simulation est un atout majeur dans la formation initiale et continue en situation critique. Le simulateur de fibroscopie haute-fidélité ORSIM® semble être un outil prometteur pour la formation à l'intubation fibroscopique. Notre étude, en comparant deux modes d'entraînement, l'un sur scénario facile répété, l'autre sur des scénarios difficiles effectués une seule fois chacun, confirme l'acquisition d'un niveau d'expertise en conditions anatomiques normales basée sur la répétition. Elle ne nous permet pas de conclure sur l'intérêt des scénarios difficiles dans ces conditions.

En dépit de résultats encourageants, les limites de ce travail nous conduisent à l'interrompre précocement afin d'envisager une nouvelle étude qui permettrait d'évaluer de manière plus fiable l'acquisition d'un niveau d'expertise en conditions anatomiques difficiles en déterminant un objectif d'entraînement préalable. Ce type d'apprentissage pourrait permettre une acquisition technique et personnalisée, prérequis indispensable avant mise en pratique clinique.

Vu permis d'imprimer
Le Doyen de la Faculté
de Médecine Toulouse - Purpan



Didier CARRIÉ

Bon pour impression
le 16/08/21
O. Fourcade



Professeur Olivier FOURCADE
Chef de Pôle
Département Anesthésie & Réanimation
Centre Hospitalo-Universitaire de Toulouse
TSA 40031 - 31059 TOULOUSE Cedex 9
Tél. : 05-61-77-74-43 / 05-61-77-92-67

BIBLIOGRAPHIE

1. Cook TM, MacDougall-Davis SR. Complications and failure of airway management. *Br J Anaesth.* déc 2012;109:i68-85.
2. Cook TM, Woodall N, Harper J, Benger J. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 2: intensive care and emergency departments †. *Br J Anaesth.* mai 2011;106(5):632-42.
3. McNarry AF, Patel A. The evolution of airway management – new concepts and conflicts with traditional practice. *Br J Anaesth.* déc 2017;119:i154-66.
4. Wanderer JP, Ehrenfeld JM, Sandberg WS, Epstein RH. The changing scope of difficult airway management. *Can J Anesth Can Anesth.* oct 2013;60(10):1022-4.
5. Langeron O, Bourgain J-L, Francon D, Amour J, Baillard C, Bouroche G, et al. Intubation difficile et extubation en anesthésie chez l'adulte. *Anesth Réanimation.* nov 2017;3(6):552-71.
6. Xu Z, Ma W, Hester DL, Jiang Y. Anticipated and unanticipated difficult airway management: *Curr Opin Anaesthesiol.* févr 2018;31(1):96-103.
7. Sklar MC, Detsky ME. Emergent airway management of the critically ill patient: current opinion in critical care. *Curr Opin Crit Care.* déc 2019;25(6):597-604.
8. Collins SR, Blank RS. Fiberoptic Intubation: An Overview and Update. *Respir Care.* 1 juin 2014;59(6):865-80.
9. Dalal PG, Dalal GB, Pott L, Bezinover D, Prozesky J, Bosseau Murray W. Learning curves of novice anesthesiology residents performing simulated fiberoptic upper airway endoscopy. *Can J Anesth Can Anesth.* sept 2011;58(9):802-9.
10. Weil G, Motamed C, Biau DJ, Guye ML. Learning curves for three specific procedures by anesthesiology residents using the learning curve cumulative sum (LC-CUSUM) test. *Korean J Anesthesiol.* 2017;70(2):196.
11. Smith JE, Jackson APF, Hurdley J, Clifton PJM. Learning curves for fiberoptic nasotracheal intubation when using the endoscopic video camera. *Anaesthesia.* févr 1997;52(2):101-6.
12. Marsland C, Larsen P, Segal R, Hunter S, Morris J, Mezzavia P, et al. Proficient manipulation of fiberoptic bronchoscope to carina by novices on first clinical attempt after specialized bench practice. *Br J Anaesth.* mars 2010;104(3):375-81.
13. Kim H, So E, Karm M-H, Kim HJ, Seo K-S. Learning fiberoptic intubation for awake nasotracheal intubation. *J Dent Anesth Pain Med.* 2017;17(4):297.
14. Marsland CP, Robinson BJ, Chitty CH, Guy BJ. Acquisition and Maintenance of Endoscopic Skills: Developing an endoscopic dexterity training system for

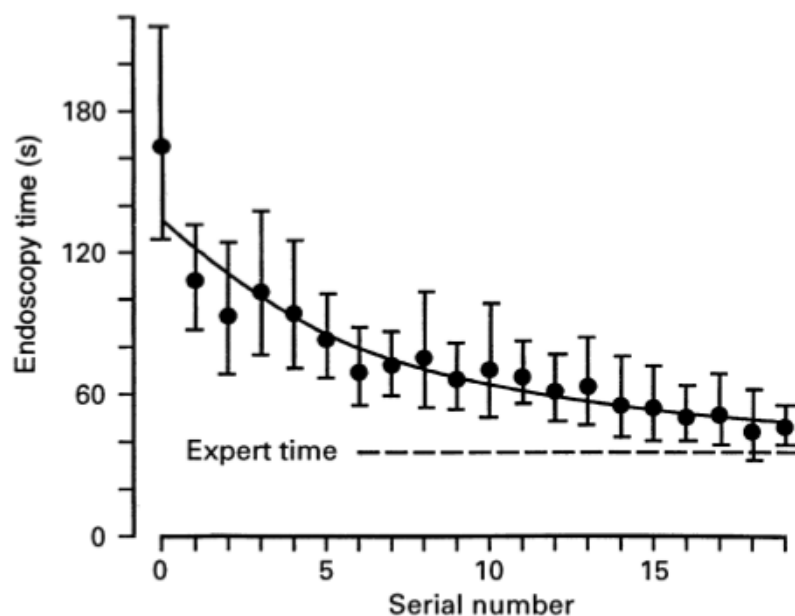
- anesthesiologists. J Educ Perioper Med JEPM [Internet]. 1 janv 2003 [cité 12 avr 2020];5(1). Disponible sur:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4803413/>
15. Duwat A, Turbelin A, Petiot S, Hubert V, Deransy R, Mahjoub Y, et al. Enquête nationale sur l'intubation difficile dans les services de réanimation français. *Ann Fr Anesth Réanimation*. mai 2014;33(5):297-303.
 16. Ahmad I, Onwochei DN, Muldoon S, Keane O, El-Boghdadly K. Airway management research: a systematic review. *Anaesthesia*. févr 2019;74(2):225-36.
 17. Moore A, Schricker T. Awake videolaryngoscopy versus fiberoptic bronchoscopy: *Curr Opin Anaesthesiol*. déc 2019;32(6):764-8.
 18. Kovacs G, Sowers N. Airway Management in Trauma. *Emerg Med Clin North Am*. févr 2018;36(1):61-84.
 19. Hayden EM, Pallin DJ, Wilcox SR, Gordon JA, Carlson JN, Walls RM, et al. Emergency Department Adult Fiberoptic Intubations: Incidence, Indications, and Implications for Training. Yarris LM, éditeur. *Acad Emerg Med*. nov 2018;25(11):1263-7.
 20. Woodall NM, Harwood RJ, Barker GL. Complications of awake fibreoptic intubation without sedation in 200 healthy anaesthetists attending a training course. *Br J Anaesth*. juin 2008;100(6):850-5.
 21. Asaad A, Clum S, Rumbak M. Fiberoptic Bronchoscopy Complications. *J Respir Med Lung Dis*. 2017;2(4):4.
 22. Ouellette DR. The Safety of Bronchoscopy in a Pulmonary Fellowship Program. *Chest*. oct 2006;130(4):1185-90.
 23. Stather DR, MacEachern P, Chee A, Dumoulin E, Tremblay A. Trainee Impact on Procedural Complications: An Analysis of 967 Consecutive Flexible Bronchoscopy Procedures in an Interventional Pulmonology Practice. *Respiration*. 2013;85(5):422-8.
 24. Wheeler DW, Williams CE, Merry AF. Pulling the plug on ad hoc critical incident training. *Br J Anaesth*. août 2009;103(2):145-7.
 25. Benhamou D, Roulleau P, Trabold F. La simulation en anesthésie-réanimation: outil pédagogique et d'amélioration de la prise en charge des patients. *Réanimation*. janv 2013;22(S2):383-90.
 26. Roulleau P. La simulation améliore-t-elle la prise en charge clinique des patients ? :7.
 27. Granry et Moll. Rapport de mission HAS : État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé. 2012.
 28. E. L'Her, T. Geeraerts, JP. Desclefs, D. Benhamou, A. Blanie, C. Cerf, V. Delmas, M. Jourdain, F. Lecomte, I. Ouanes, M. Garnier, C. Mossadegh. RFE SFAR 2019 interets de l'apprentissage par simulation en soins critiques. 2019.

29. Jiang B, Ju H, Zhao Y, Yao L, Feng Y. Comparison of the Efficacy and Efficiency of the Use of Virtual Reality Simulation With High-Fidelity Mannequins for Simulation-Based Training of Fiberoptic Bronchoscope Manipulation: *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. avr 2018;13(2):83-7.
30. Barry Issenberg S, Mcgaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach*. janv 2005;27(1):10-28.
31. Sun Y, Pan C, Li T, Gan TJ. Airway management education: simulation based training versus non-simulation based training-A systematic review and meta-analyses. *BMC Anesthesiol* [Internet]. 1 févr 2017 [cité 12 avr 2020];17. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5286685/>
32. Ovassapian A, Yelich SJ, Dykes MHM, Golman ME. Learning fibreoptic intubation : use of simulators v. traditional teaching. *Br J Anaesth*. août 1988;61(2):217-20.
33. Samuelson ST, Burnett G, Sim AJ, Hofer I, Weinberg AD, Goldberg A, et al. Simulation as a set-up for technical proficiency: can a virtual warm-up improve live fibre-optic intubation? † †This Article is accompanied by Editorial Aev543. *Br J Anaesth*. mars 2016;116(3):398-404.
34. Wong DT, Mehta A, Singh KP, Leong SM, Ooi A, Niazi A, et al. The effect of virtual reality bronchoscopy simulator training on performance of bronchoscopic-guided intubation in patients: A randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol*. mars 2019;36(3):227-33.
35. Graeser K, Konge L, Kristensen MS, Ulrich AG, Hornbech K, Ringsted C. Airway management in a bronchoscopic simulator based setting: An observational study. *Eur J Anaesthesiol*. mars 2014;31(3):125-30.
36. Szűcs Z, László CJ, Baksa G, László I, Varga M, Szuák A, et al. Suitability of a preserved human cadaver model for the simulation of facemask ventilation, direct laryngoscopy and tracheal intubation: a laboratory investigation. *Br J Anaesth*. mars 2016;116(3):417-22.
37. László CJ, Szűcs Z, Nemeskéri Á, Baksa G, Szuák A, Varga M, et al. Human cadavers preserved using Thiel's method for the teaching of fibreoptically-guided intubation of the trachea: a laboratory investigation. *Anaesthesia*. 2018;73(1):65-70.
38. Colt HG, Crawford SW, Galbraith O. Virtual Reality Bronchoscopy Simulation. *Chest*. oct 2001;120(4):1333-9.
39. Rowe R, Cohen RA. An Evaluation of a Virtual Reality Airway Simulator. *Anesth Analg*. juill 2002;95(1):62-6.
40. Casso G, Schoettker P, Savoldelli GL, Azzola A, Cassina T. Development and Initial Evaluation of a Novel, Ultraportable, Virtual Reality Bronchoscopy Simulator: The Computer Airway Simulation System. *Anesth Analg*. nov 2019;129(5):1258-64.

41. Martin KM, Larsen PD, Segal R, Marsland CP. Effective Nonanatomical Endoscopy Training Produces Clinical Airway Endoscopy Proficiency: *Anesth Analg.* sept 2004;99(3):938-44.
42. Moorthy K, Smith S, Brown T, Bann S, Darzi A. Evaluation of Virtual Reality Bronchoscopy as a Learning and Assessment Tool. *Respiration.* 2003;70(2):195-9.
43. K Latif R, Bautista A, Duan X, Neamtu A, Wu D, Wadhwa A, et al. Teaching basic fiberoptic intubation skills in a simulator: initial learning and skills decay. *J Anesth.* févr 2016;30(1):12-9.
44. Schebesta K, Hüpfel M, Rössler B, Ringl H, Müller MP, Kimberger O. Degrees of Reality: Airway Anatomy of High-fidelity Human Patient Simulators and Airway Trainers. *Anesthesiology.* juin 2012;116(6):1204-9.
45. Baker PA, Weller JM, Baker MJ, Hounsell GL, Scott J, Gardiner PJ, et al. Evaluating the ORSIM ® simulator for assessment of anaesthetists' skills in flexible bronchoscopy: aspects of validity and reliability. *Br J Anaesth.* sept 2016;117:i87-91.
46. Erb T, Hampl KF, Schürch M, Kern CG, Marsch SCU. Teaching the Use of Fiberoptic Intubation in Anesthetized, Spontaneously Breathing Patients: *Anesth Analg.* nov 1999;89(5):1292-5.
47. Quintard H, l'Her E, Pottecher J, Adnet F, Constantin J-M, De Jong A, et al. Intubation and extubation of the ICU patient. *Anaesth Crit Care Pain Med.* oct 2017;36(5):327-41.
48. Harris PA, Taylor R, Thielke R, Payne J, Gonzalez N, Conde JG. Research electronic data capture (REDCap)—A metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *J Biomed Inform.* avr 2009;42(2):377-81.
49. Harris PA, Taylor R, Minor BL, Elliott V, Fernandez M, O'Neal L, et al. The REDCap consortium: Building an international community of software platform partners. *J Biomed Inform.* juill 2019;95:103208.
50. Yang Y, Gupta A, Gillett L, Kenig M, Athanassoglou V, Chuan A. Innate visuospatial and psychomotor ability influences early learning of flexible fibreoptic videobronchoscopy. *BJA Br J Anaesth.* août 2019;123(2):e164-6.
51. Louridas M, Quinn LE, Grantcharov TP. Predictive value of background experiences and visual spatial ability testing on laparoscopic baseline performance among residents entering postgraduate surgical training. *Surg Endosc.* mars 2016;30(3):1126-33.
52. Barré J, Michelet D, Truchot J, Jolivet E, Recanzone T, Stiti S, et al. Virtual Reality Single-Port Sleeve Gastrectomy Training Decreases Physical and Mental Workload in Novice Surgeons: An Exploratory Study. *Obes Surg.* avr 2019;29(4):1309-16.
53. LeBlanc VR. The Effects of Acute Stress on Performance: Implications for Health Professions Education: *Acad Med.* oct 2009;84(Supplement):S25-33.

ANNEXE I – COURBE D'APPRENTISSAGE DE L'INTUBATION FIBROSCOPIQUE

Courbe d'apprentissage de l'intubation nasotrachéale par fibroscopie selon J.E. Smith et al., *Learning curves for fibreoptic nasotracheal intubation when using the endoscopic video camera*, *Anaesthesia*, 1997, 52, pages 101-106. En abscisse, le nombre d'intubation fibroscopique ; en ordonnée, le temps de réalisation du geste. Un délai maximum de 60 secondes était considéré comme raisonnable pour définir un niveau d'expertise suffisant à la pratique clinique.



ANNEXE II – CLASSIFICATION DE KIRKPATRICK

Classification de Kirkpatrick pour la simulation en santé d'après l'étude de Kirkpatrick D. et al., *Revisiting Kirkpatrick's Four-Level Model*. Train Dev 1996 : 50–5

Adaptation de la classification de Kirkpatrick pour la simulation en santé
Niveau 1 (K1) : ce niveau évalue la perception des apprenants par rapport à la formation elle-même et à la méthode utilisée. Pour obtenir cette information, l'emploi de questionnaires est habituel. Certaines questions sont posées uniquement en post-formation (satisfaction) alors que d'autres ont vocation à être évaluées avant et après la formation (exemple : confiance dans sa capacité à réaliser la procédure). Ces questionnaires sont habituellement administrés immédiatement avant et après la formation.
Niveau 2 (K2) : ce niveau évalue l'acquisition de la connaissance et de la compétence. Cette étape peut inclure deux aspects. L'évaluation peut être subjective, traduisant la perception de l'apprenant sur le degré d'acquisition de connaissances et de compétences. Ici aussi, cette étape se fait habituellement par le biais d'auto-questionnaires. Plus objective est l'évaluation externe par les instructeurs de la progression technique de l'apprenant. Pour ce faire, les deux méthodes principales sont la checklist et l'échelle d'évaluation globale (global rating scale [GRS]). Les checklists sont des outils spécifiques à chaque procédure qui décrivent progressivement les étapes de la réalisation de la tâche et permettent ainsi à l'évaluateur de voir si la tâche a été effectivement réalisée. La notation se fait en oui/non et n'évalue pas si celle-ci a été effectuée de façon adéquate. Il en existe de très nombreuses et leur contenu est plus ou moins détaillé, pouvant aller jusqu'à 30 (voire plus) micro-tâches à évaluer [6]. Les GRS sont beaucoup plus générales, regroupent les actions à effectuer en quelques grandes catégories (exemple : connaissance du matériel, flux de la procédure, dextérité manuelle...) et pour chacune identifie plusieurs degrés de qualité de réalisation (allant de « inapproprié » ou « déficient » à « expert »). La méthode dite DOPS (Direct Observation of Procedural Skills) est une méthode dérivée, mais qui inclut en plus de l'évaluation du geste par une GRS, une évaluation globale de la performance, des éléments d'analyse par l'évaluateur, les points principaux du feedback que l'évaluateur procure à l'apprenant après la réalisation du geste technique, et enfin les remarques principales formulées par l'apprenant dans cet échange. Nous référençons ici un modèle développé par l'Australian and New Zealand College of Anesthetists [7], mais d'autres modèles sont disponibles en accès libre sur internet. Cet outil est en théorie construit pour être utilisé pour l'évaluation d'une pratique de soins réalisée dans l'unité clinique, mais on conçoit assez bien que cette méthode puisse être utilisée en laboratoire de simulation. D'autres outils permettent de mesurer l'apprentissage procédural par simulation en définissant le nombre de procédures nécessaires pour atteindre une performance suffisante (<i>proficiency</i> : aptitude à réaliser le geste sans support par un senior). Le suivi des courbes d'apprentissage a été souvent utilisé dans les études de simulation pour l'apprentissage chirurgical ou endoscopique, mais peu pour des gestes réalisés en soins critiques.
Niveau 3 (K3) : ce niveau évalue les modifications du comportement des formés (ici dans la réalisation des gestes techniques) après l'apprentissage par simulation. L'évaluation peut se faire par auto-questionnaire évaluant la perception de ce transfert par l'apprenant dans sa vie clinique, mais l'emploi d'outils objectifs doit à priori être privilégié. Le transfert des connaissances acquises pendant l'apprentissage et leur application dans les soins cliniques est un bon modèle de mesure objective de ce niveau 3 [8].
Niveau 4 (K4) : ce niveau ultime traduit le bénéfice d'un apprentissage par simulation sur les résultats des soins (« <i>patients' outcomes</i> »).

ANNEXE III : Evaluation de la dextérité entre les groupes N et D, résultats détaillés.

	Population totale N = 86	Groupe N N = 43	Groupe D N = 43	p
Score GRS (%) 1^{ère} session	40% (34 ;45)	41% (34 ;48)	40% (32 ;44)	0,33
Score GRS (%) 2^{ème} session	42% (32 ;50)	44% (38 ;53)	40% (30 ;46)	0,064
Différence de score (%)	4% (-7 ;13)	6% (-4 ;13)	0% (-10 ;10)	0,21
Temps (sec) 1^{ère} session	128 (100 ;183)	125 (96 ;175)	132 (102 ;208)	0,28
Temps (sec) 2^{ème} session	94 (75 ;130)	91 (76 ;123)	100 (74 ;133)	0,54
Différence de temps (sec)	-29 (-73 ; -8)	-26 (-66 ; -6)	-32 (-87 ; -13)	0,26
Collisions évitées (%) 1^{ère} session	75% (67 ;89)	74% (68 ;91)	75% (64 ;88)	0,46
Collisions évitées (%) 2^{ème} session	74% (53 ;85)	77% (60 ;88)	66% (50 ;84)	0,107
Différence de collisions (%)	-4% (-17 ;9)	-1% (-14 ;8)	-8% (-25 ;10)	0,26

Résultats exprimés en médiane et intervalle interquartile (1^{er} et 3^{ème} quartile), en nombre et en pourcentage, $p < 0,05$ significatif.

ANNEXE IV : Taux de succès entre les groupes N et D lors de l'étape finale

	Groupe N N = 43	Groupe D N = 43	p	Différence entre les 2 groupes	IC 95%
VAS normales	43 (100%)	43 (100%)	NA	0	NA
Traumatisme des VAS	39 (90,7%)	40 (93%)	1,0	2,3%	(-11 ;16,2)
Epiglottite sévère	41 (95,3%)	41 (95,3%)	1,0	0%	(-9,0, 9,0)
Kyste des CV	18 (41,9%)	24 (55,8%)	0,28	13,9%	(-9,3 ;37,2)
Œdème angioneurotique	40 (93%)	39 (90,7%)	1,0	-2,3%	(-16,2 ;11,5)

VAS : voies aériennes supérieures, CV : cordes vocales ; résultats exprimés en nombre et pourcentage, $p < 0,05$ significatif.

ANNEXE V : Temps de réalisation (en secondes) entre les groupes N et D lors de l'épreuve finale

	Groupe N N = 43	Groupe D N = 43	p
VAS normales	21 (18, 41)	36 (25.5, 43.5)	0.08
Traumatisme des VAS	171 (105.5, 334.5)	174 (118, 262)	0.51
Epiglottite sévère	181 (128, 280)	162 (114, 325.5)	0.85
Kyste des CV	600 (331.5, 600)	557 (257, 600)	0.26
Œdème angioneurotique	265 (181.5, 386)	250 (127, 377)	0.75

VAS : Voies Aériennes Supérieures, CV : Cordes Vocales ; Résultats exprimés en médiane et intervalle interquartile (1^{er} et 3^{ème} quartile), en nombre, $p < 0,05$ significatif.

ANNEXE VI : Collisions évitées (en pourcentage) entre les groupes N et D lors de l'épreuve finale

	Groupe N N = 43	Groupe D N = 43	p
VAS normales	100% (89,5 ;100)	95% (79 ;100)	0,0275
Traumatisme des VAS	68% (46,5 ;81)	60% (42,5 ;79.5)	0,47
Epiglottite sévère	55% (20,5 ;75,5)	64% (28 ;82)	0,40
Kyste des CV	0% (0 ;38,5)	16% (0 ;54,5)	0,33
Œdème angioneurotique	62% (36,5 ;79,5)	64% (23,5 ;77)	0,75

VAS : Voies Aériennes Supérieures, CV : Cordes Vocales ; résultats exprimés en médiane et intervalle interquartile (1^{er} et 3^{ème} quartile), en pourcentage, $p < 0,05$ significatif.

ANNEXE VII : Niveau de difficulté estimé par les participants lors de l'épreuve finale (autoévaluation sur une échelle de 0 à 100 : 0 correspondant à l'absence de difficulté ; 100 au plus haut niveau de difficulté).

	Groupe N (N=43)	Groupe D (N=43)	p
VAS normales	(n=43) 12 (8 ;26)	(n=43) 12 (8 ;17,5)	0,0548
Traumatisme des VAS	(n=39) 73 (65,5 ;83)	(n=40) 66 (58 ;78,5)	0,0354*
Epiglottite sévère	(n=41) 79 (68 ;90)	(n=41) 66 (57 ;80)	0,0327*
Kyste des CV	(n=18) 86 (71,2 ;91,5)	(n=24) 83.5 (60,8 ;94,2)	0,386*
Œdème angioneurotique	(n=40) 81.5 (66,8 ;97)	(n=39) 72 (64 ;83,5)	0,11*

VAS : Voies Aériennes Supérieures, CV : Cordes Vocales ; Résultats exprimés en médiane et intervalle interquartile (1^{er} et 3^{ème} quartile), en nombre, $p < 0,05$ significatif.

* Pour chaque scénario, les participants ayant échoué n'effectuaient pas d'autoévaluation.

ANNEXE VIII : Scores GRS des scénarios durant la phase d'entraînement du groupe D.

	Score GRS N=43
VAS normales	53% (45,5 ; 66)
Abcès rétro-pharyngé	51% (27,25 ; 68,5)
Kyste épiglottique	0% (0 ; 29,5)
Macroglossie	62% (51,5 ; 72,5)

VAS : Voies Aériennes Supérieures ; Résultats exprimés en médiane et en écart interquartile, en pourcentage.

ABSTRACT

Introduction: Fiberoptic intubation for difficult airway requires significant experience. Traditionally only normal airways were available for high fidelity bronchoscopy simulators. It is not clear if training on difficult airways offers a significant advantage over training on normal airways. This study investigates the added value of difficult airway scenarios during virtual reality fiberoptic intubation training.

Methods: A prospective multicentric randomized study was conducted from 2019 to 2020, among 86 inexperienced anesthesia residents, fellows and staff. Two groups were compared: Group N (control, n=43) first trained on a normal airway and Group D (n=43) first trained on a normal, followed by three difficult airways. All were then tested by comparing their Global Rating Scores (GRS) on 5 scenarios (1 normal and 4 difficult airways).

Results: The final evaluation GRS score for the normal airway testing scenario was significantly higher for group N than group D: median score 76% (IQR 56.5,90) versus 58% (IQR 51.5,69, $p = 0.0013$), but there was no difference in GRS scores for the difficult intubation testing scenarios.

Conclusions: A single exposure to each of 4 different difficult airway scenarios did not lead to better fiberoptic intubation skills on difficult airways, when compared to exposure to a normal airway scenario. This finding may be due to the learning curve of approximately 5-10 exposures to a specific airway scenario required to reach proficiency. However, even if proficiency for a given difficult scenario is reached, it is not clear if it would carry over to a different difficult airway scenario.

APPRENTISSAGE DE L'INTUBATION DIFFICILE FIBRO-ASSISTEE PAR SIMULATEUR ORSIM® : INTERET DE SCENARIOS DIFFICILES

RESUME :

Introduction : L'intubation fibroscopique est source de mortalité et son apprentissage en pratique clinique reste limité. A ce jour, le simulateur ORSIM® est le seul à proposer des scénarios d'intubation difficile.

Objectif : Evaluer l'intérêt de scénarios difficiles dans l'apprentissage de l'intubation fibro-assistée par simulateur de réalité virtuelle.

Méthode : Etude multicentrique, internationale, contrôlée, randomisée de juin 2019 à mars 2020, incluant 86 internes ou praticiens ayant pratiqué au maximum 10 fibroscopies. Deux groupes étaient comparés : un groupe N (n=43) entraîné sur un scénario anatomique normal et un groupe D (n=43) entraîné sur un scénario normal et trois scénarios difficiles (une seule tentative par scénario). Après entraînement, les scores de performance (Global Rating Score ou GRS) étaient comparés lors de la réalisation d'une épreuve finale consistant en la réalisation d'un scénario normal et de quatre scénarios difficiles inconnus du groupe D.

Résultats : Le score GRS médian était significativement plus élevé dans le groupe N lors de la réalisation du scénario en conditions normales à l'étape finale (76% (56,5 ; 90) versus 58% (51,5 ; 69) pour le groupe D ; $p = 0,0013$). Il n'y avait pas de différence de score lors de la réalisation des scénarios d'intubation difficile à l'étape finale.

Conclusion : Notre étude révèle l'acquisition d'un niveau d'expertise par la répétition du scénario en conditions anatomiques normales. Elle ne démontre pas l'avantage de scénarios difficiles dans ces conditions. De nouvelles recherches sont nécessaires intégrant un score GRS seuil de 70% comme objectif d'entraînement afin d'évaluer de façon fiable la transposition d'un niveau d'expertise d'un scénario à un autre.

TITRE EN ANGLAIS: The benefit of adding difficult airway scenarios on learning fiberoptic intubations using virtual reality training. A randomized controlled study.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Médecine spécialisée clinique

MOTS-CLÉS : Fibroscopie, intubation, simulation, ORSIM®, score GRS

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier
Faculté de médecine Toulouse-Purpan,
37 Allées Jules Guesde 31000 Toulouse

Directeur de thèse : Dr Matthieu KURREK