

2023-2024

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Qualification en Médecine intensive - Réanimation

**Performance diagnostique,
thérapeutique et prise de
décision devant une
obstruction de sonde
d'intubation orotrachéale**

Une étude interventionnelle en simulation haute-fidélité

ALCOUFFE Tom

Né le 05/10/1994 à Rennes (35)

Sous la direction de Pr LEROLLE Nicolas

Membres du jury

Monsieur le Professeur BELONCLE François-Michel | Président

Monsieur le Professeur LEROLLE Nicolas | Directeur

Monsieur le Professeur SAVARY Dominique | Membre

Soutenue publiquement le :
22/04/2024

ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné(e) Tom ALCOUFFE déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiant(e) le **22/04/2024**.

SERMENT D'HIPPOCRATE

« Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu (e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré (e) et méprisé(e) si j'y manque ».

LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTÉ DE SANTÉ D'ANGERS

Doyen de la Faculté : Pr Nicolas Lerolle

Vice-Doyen de la Faculté et directeur du département de pharmacie : Pr Sébastien Faure

Directeur du département de médecine : Pr Cédric Annweiler

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

ABRAHAM Pierre	PHYSIOLOGIE	Médecine
ANGOULVANT Cécile	MEDECINE GENERALE	Médecine
ANNWEILER Cédric	GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT	Médecine
ASFAR Pierre	REANIMATION	Médecine
AUBE Christophe	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE	Médecine
AUGUSTO Jean-François	NEPHROLOGIE	Médecine
BAUFRETTON Christophe	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE	Médecine
BELLANGER William	MEDECINE GENERALE	Médecine
BELONCLE François	REANIMATION	Médecine
BENOIT Jean-Pierre	PHARMACOTECHNIE	Pharmacie
BIERE Loïc	CARDIOLOGIE	Médecine
BIGOT Pierre	UROLOGIE	Médecine
BONNEAU Dominique	GENETIQUE	Médecine
BOUCHARA Jean-Philippe	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE	Médecine
BOUET Pierre-Emmanuel	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE	Médecine
BOURSIER Jérôme	GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE	Médecine
BOUVARD Béatrice	RHUMATOLOGIE	Médecine
BRIET Marie	PHARMACOLOGIE	Médecine
CALES Paul	GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE	Médecine
CAMPONE Mario	CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE	Médecine
CAROLI-BOSC François-Xavier	GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE	Médecine
CASSEREAU Julien	NEUROLOGIE	Médecine
CLERE Nicolas	PHARMACOLOGIE / PHYSIOLOGIE	Pharmacie
CONNAN Laurent	MEDECINE GENERALE	Médecine
COPIN Marie-Christine	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES	Médecine
COUTANT Régis	PEDIATRIE	Médecine
CUSTAUD Marc-Antoine	PHYSIOLOGIE	Médecine
CRAUSTE-MANCIET Sylvie	PHARMACOTECHNIE HOSPITALIERE	Pharmacie
DE CASABIANCA Catherine	MEDECINE GENERALE	Médecine
DESCAMPS Philippe	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE	Médecine
D'ESCATHA Alexis	MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL	Médecine
DINOMAIS Mickaël	MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION	Médecine

DIQUET Bertrand	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE ; PHARMACOLOGIE CLINIQUE ; ADDICTOLOGIE	Médecine
DUBEE Vincent DUCANCELLE Alexandra	MALADIES INFECTIEUSES ET TROPICALES BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE	Médecine Médecine
DUVAL Olivier DUVERGER Philippe EVEILLARD Mathieu FAURE Sébastien FOURNIER Henri-Dominique FOUQUET Olivier	CHIMIE THERAPEUTIQUE PEDOPSYCHIATRIE BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE PHARMACOLOGIE PHYSIOLOGIE ANATOMIE	Pharmacie Médecine Pharmacie Pharmacie Médecine
FURBER Alain GAGNADOUX Frédéric GOHIER Bénédicte GUARDIOLA Philippe GUILET David HAMY Antoine HENNI Samir HUNAUT-BERGER Mathilde IFRAH Norbert JEANNIN Pascale KEMPF Marie	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE CARDIOLOGIE PNEUMOLOGIE PSYCHIATRIE D'ADULTES HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION CHIMIE ANALYTIQUE CHIRURGIE GENERALE MEDECINE VASCULAIRE HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION	Médecine Médecine Médecine Médecine Pharmacie Médecine Médecine Médecine Médecine
KUN-DARBOIS Daniel LACOEUILLE FRANCK LACCOURREYE Laurent LAGARCE Frédéric LANDreau Anne LARCHER Gérald LASOCKI Sigismond LEBDAI Souhil LEGENDRE Guillaume LEGRAND Erick LERMITE Emilie LEROLLE Nicolas LUNEL-FABIANI Françoise	HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION IMMUNOLOGIE BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE RADIOPHARMACIE OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE BIOPHARMACIE BOTANIQUE/ MYCOLOGIE BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRES ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION UROLOGIE GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE RHUMATOLOGIE CHIRURGIE GENERALE REANIMATION BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE	Médecine Médecine Médecine Médecine Pharmacie Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine
LUQUE PAZ Damien MARCHAIS Véronique MARTIN Ludovic MAY-PANLOUP Pascale	HOSPITALIERE HEMATOLOGIE BIOLOGIQUE BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE DERMATO-VENEREOLOGIE BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT ET DE LA REPRODUCTION	Médecine Pharmacie Médecine Médecine

MENEI Philippe	NEUROCHIRURGIE	Médecine
MERCAT Alain	REANIMATION	Médecine
PAPON Nicolas	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE	Pharmacie
PASSIRANI Catherine	CHIMIE GENERALE	Pharmacie
PELLIER Isabelle	PEDIATRIE	Médecine
PETIT Audrey	MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL	Médecine
PICQUET Jean	CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE	Médecine
PODEVIN Guillaume	CHIRURGIE INFANTILE	Médecine
PROCACCIO Vincent	GENETIQUE	Médecine
PRUNIER Delphine	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE	Médecine
PRUNIER Fabrice	CARDIOLOGIE	Médecine
RAMOND-ROQUIN Aline	MEDECINE GENERALE	Médecine
REYNIER Pascal	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE	Médecine
RICHOMME Pascal	PHARMACOGNOSIE	Pharmacie
RINEAU Emmanuel	ANESTHESIOLOGIE REANIMATION	Médecine
RIOU Jérémie	BIOSTATISTIQUES	Pharmacie
RODIEN Patrice	ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES	Médecine
ROQUELAURE Yves	MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL	Médecine
ROUGE-MAILLART Clotilde	MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE	Médecine
ROUSSEAU Audrey	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES	Médecine
ROUSSEAU Pascal	CHIRURGIE PLASTIQUE, RESTRUCTRICE ET ESTHETIQUE	Médecine
ROUSSELET Marie- Christine	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES	Médecine
ROY Pierre-Marie	MEDECINE D'URGENCE	Médecine
SAULNIER Patrick	BIOPHYSIQUE ET BIOSTATISTIQUES	Pharmacie
SERAPHIN Denis	CHIMIE ORGANIQUE	Pharmacie
SCHMIDT Aline	HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION	Médecine
TESSIER-CAZENEUVE Christine	MEDECINE GENERALE	Médecine
TRZEPIZUR Wojciech	PNEUMOLOGIE	Médecine
UGO Valérie	HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION	Médecine
URBAN Thierry	PNEUMOLOGIE	Médecine
VAN BOGAERT Patrick	PEDIATRIE	Médecine
VENARA Aurélien	CHIRURGIE VISCERALE ET DIGESTIVE	Médecine
VENIER-JULIENNE Marie- Claire	PHARMACOTECHNIE	Pharmacie
VERNY Christophe	NEUROLOGIE	Médecine
WILLOTEAUX Serge	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE	Médecine

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

AMMI Myriam	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE	Médecine
BAGLIN Isabelle	CHIMIE THERAPEUTIQUE	Pharmacie

BASTIAT Guillaume	BIOPHYSIQUE ET BIOSTATISTIQUES	Pharmacie
BEAUVILLAIN Céline	IMMUNOLOGIE	Médecine
BEGUE Cyril	MEDECINE GENERALE	Médecine
BELIZNA Cristina	MEDECINE INTERNE	Médecine
BENOIT Jacqueline	PHARMACOLOGIE	Pharmacie
BESSAGUET Flavien	PHYSIOLOGIE PHARMACOLOGIE	Pharmacie
BERNARD Florian	ANATOMIE ; discipline hospit : NEUROCHIRURGIE	Médecine
BLANCHET Odile	HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION	Médecine
BOISARD Séverine	CHIMIE ANALYTIQUE	Pharmacie
BRIET Claire	ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES	Médecine
BRIS Céline	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE	Pharmacie
CANIVET Clémence	GASTROENTEROLOGIE-HEPATOLOGIE	Médecine
CAPITAIN Olivier	CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE	Médecine
CHAO DE LA BARCA Juan-Manuel	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE	Médecine
CHEVALIER Sylvie	BIOLOGIE CELLULAIRE	Médecine
CHOPIN Matthieu	MEDECINE GENERALE	Médecine
CODRON Philippe	NEUROLOGIE	Médecine
COLIN Estelle	GENETIQUE	Médecine
DEMAS Josselin	SCIENCES DE LA READAPTATION	Médecine
DERBRE Séverine	PHARMACOGNOSIE	Pharmacie
DESHAYES Caroline	BACTERIOLOGIE VIROLOGIE	Pharmacie
DOUILLET Delphine	MEDECINE D'URGENCE	Médecine
FERRE Marc	BIOLOGIE MOLECULAIRE	Médecine
FORTRAT Jacques-Olivier	PHYSIOLOGIE	Médecine
GHALI Maria	MEDECINE GENERALE	Médecine
GUELFF Jessica	MEDECINE GENERALE	Médecine
HAMEL Jean-François	BIOSTATISTIQUES, INFORMATIQUE MEDICALE	Médicale
HELESBEUX Jean-Jacques	CHIMIE ORGANIQUE	Pharmacie
HERIVAUX Anaïs	BIOTECHNOLOGIE	Pharmacie
HINDRE François	BIOPHYSIQUE	Médecine
JOUSSET-THULLIER Nathalie	MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE	Médecine
JUDALET-ILLAND Ghislaine	MEDECINE GENERALE	Médecine
KHIATI Salim	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE	Médecine
LEGEAY Samuel	PHARMACOCINETIQUE	Pharmacie
LEMEE Jean-Michel	NEUROCHIRURGIE	Médecine
LE RAY-RICHOMME Anne-Marie	PHARMACOGNOSIE	Pharmacie
LEPELTIER Elise	CHIMIE GENERALE	Pharmacie
LETOURNEL Franck	BIOLOGIE CELLULAIRE	Médecine
LIBOUBAN Hélène	HISTOLOGIE	Médecine
MABILLEAU Guillaume	HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE	Médecine
MALLET Sabine	CHIMIE ANALYTIQUE	Pharmacie
MAROT Agnès	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE	Pharmacie
MESLIER Nicole	PHYSIOLOGIE	Médecine

MIOT Charline	IMMUNOLOGIE	Médecine
MOUILLIE Jean-Marc	PHILOSOPHIE	Médecine
NAIL BILLAUD Sandrine	IMMUNOLOGIE	Pharmacie
PAILHORIES Hélène	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE	Médecine
PAPON Xavier	ANATOMIE	Médecine
PASCO-PAPON Anne	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE	Médecine
PECH Brigitte	PHARMACOTECHNIE	Pharmacie
PENCHAUD Anne-Laurence	SOCIOLOGIE	Médecine
PIHET Marc	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE	Médecine
POIROUX Laurent	SCIENCES INFIRMIERES	Médecine
PY Thibaut	MEDECINE GENERALE	Médecine
RIOU Jérémie	BIOSTATISTIQUES	Pharmacie
RIQUIN Elise	PEDOPSYCHIATRIE ; ADDICTOLOGIE	Médecine
RONY Louis	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE	Médecine
ROGER Emilie	PHARMACOTECHNIE	Pharmacie
SAVARY Camille	PHARMACOLOGIE-TOXICOLOGIE	Pharmacie
SCHMITT Françoise	CHIRURGIE INFANTILE	Médecine
SCHINKOWITZ Andréas	PHARMACOGNOSIE	Pharmacie
SPIESSER-ROBELET Laurence	PHARMACIE CLINIQUE ET EDUCATION THERAPEUTIQUE	Pharmacie
TEXIER-LEGENDRE Gaëlle	MEDECINE GENERALE	Médecine
VIAULT Guillaume	CHIMIE ORGANIQUE	Pharmacie

AUTRES ENSEIGNANTS

PRCE		
AUTRET Erwan	ANGLAIS	Santé
BARBEROUSSE Michel	INFORMATIQUE	Santé
COYNE Ashley-Rose	ANGLAIS	Santé
O'SULLIVAN Kayleigh	ANGLAIS	Santé
RIVEAU Hélène	ANGLAIS	
PAST/MAST		
BEAUV AIS Vincent	OFFICINE	Pharmacie
BRAUD Cathie	OFFICINE	Pharmacie
DILÉ Nathalie	OFFICINE	Pharmacie
GUILLET Anne-Françoise	PHARMACIE DEUST PREPARATEUR	Pharmacie
MOAL Frédéric	PHARMACIE CLINIQUE	Pharmacie
CHAMPAGNE Romain	MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION	Médecine
GUITTON Christophe	MEDECINE INTENSIVE-REANIMATION	Médecine
KAASSIS Mehdi	GASTRO-ENTEROLOGIE	Médecine
LAVIGNE Christian	MEDECINE INTERNE	Médecine
PICCOLI Giorgina	NEPHROLOGIE	Médecine

POMMIER Pascal	CANCEROLOGIE-RADIODERAPIE	Médecine
SAVARY Dominique	MEDECINE D'URGENCE	Médecine
PLP		
CHIKH Yamina	ECONOMIE-GESTION	Médecine

REMERCIEMENTS

À Monsieur le Professeur François BELONCLE qui me fait l'honneur de présider ce jury de thèse après avoir été le premier à me proposer ce sujet il y a maintenant plusieurs années. Au-delà de vos qualités intellectuelles et professionnelles, je retiendrai votre écoute bienveillante et votre disponibilité dans les moments importants.

À Monsieur le Professeur Nicolas LEROLLE, pour avoir accepté de diriger ce travail. Je vous remercie d'avoir été pour moi un guide précieux et enthousiaste. Je retiendrai votre intelligence aigüe, votre exigence bienveillante et votre disponibilité constante. Ce travail a grandement bénéficié de votre apport intellectuel et n'aurait pas été le même sans vous. Avoir travaillé sous votre direction restera un excellent souvenir.

À Monsieur le Professeur Dominique SAVARY pour avoir participé de façon enthousiaste à ce travail dès le début, et pour accepter maintenant de juger mes travaux au sein de ce jury de thèse.

À Messieurs les Professeurs Ludovic MARTIN et Emmanuel RINEAU, pour votre participation, vos précieux apports, et l'intérêt que vous avez porté à ce travail, qui n'aurait pu voir le jour sans votre concours.

À Lara Poitrin, camarade de route dès la première heure. Merci de m'avoir permis de réaliser ce travail, qui est aussi le tien. Avoir partagé avec toi ces journées entre les gares et les laboratoires de simulations aura été un plaisir sans cesse renouvelé. J'espère avoir pu apporter autant à tes travaux que ce que tu as apporté aux miens. Cette thèse se termine mais notre amitié continuera, je l'espère.

À Monsieur le Professeur Dominique MARTIN et à Madame le docteur Sophie le Bris pour avoir nourri de votre regard ce travail, qui s'en trouve enrichi grâce à vous et aux ponts développés entre nos deux disciplines.

À Monsieur le Professeur Erwan L'HER et Madame le Professeur Mercedes JOURDAIN pour avoir ouvert la porte de vos centres de simulation respectifs, pour avoir donné de votre temps et de votre énergie pour ce travail. J'en suis très honoré et reconnaissant.

À l'équipe de All'Sims, laboratoire de simulation du CHU d'Angers, au sein duquel est né ce projet.

À toutes les équipes des centres de simulation médicale des CHU de Brest, de Lille, de Nantes et Rennes, pour avoir permis d'élargir notre horizon.

Aux équipes médicales et paramédicales d'Angers, de Brest, de Lille, de Nantes et Rennes qui ont prêté leur temps, leur présence et leur excellence professionnelle en participant à notre étude.

À Monsieur le Professeur Pierre ASFAR, pour ce que vous m'avez apporté dès mes jeunes semestres d'internat. J'ai pu y saisir, en plus de vos qualités cliniques et pédagogiques, l'importance primordiale de l'exigence constante que nous devons à nos patients. Je crois, grâce à vous, m'être astreint à cette exigence tout au long de mon parcours d'interne.

REMERCIEMENTS

À Monsieur le Professeur Alain MERCAT, pour l'importance que vous accordez aux besoins et aux projets de vos internes. J'ai eu la chance de réaliser un premier stage dans votre service au cours duquel j'ai énormément appris, et je suis ravi d'avoir l'occasion d'y travailler de nouveau en tant que docteur junior.

À mes parents, pour votre soutien sans faille et sans reproche depuis le début de cette aventure il y a 11 ans. À vous deux pour avoir fait de moi ce que je suis devenu, et pour avoir été présents quand il le fallait, merci. Quelques simples lignes ne sauraient vous rendre justice.

À mon père pour m'avoir transmis une partie de son humour et de ses goûts musicaux, à défaut de son sens inné du travail manuel même s'il ne perd pas espoir... J'ai eu la chance de grandir avec un père aimant et responsable, puis de découvrir une fois adulte un homme à l'intelligence complète, capable de changer pour le meilleur. Une qualité rare, et appréciée.

À ma mère, pour m'avoir parlé, écouté, soutenu, contre vents et marées, contre mes humeurs, mes manques et mes impatiences, pour m'avoir tout pardonné sans pour autant m'avoir tout passé, pour m'avoir appris à me comporter en adulte, et m'avoir offert un peu de cette intelligence relationnelle. Pour avoir su laisser notre relation grandir avec nous.

À Léna, ma sœur sans laquelle je me serais ennuyé toute mon enfance. Il faut du courage pour changer de vie avec autant de panache. Peu en sont capables, sois assurée de mon profond respect et de mon admiration.

À Mamie Annette, une grand-mère comme on n'en fait plus, j'espère que mon esprit vieillira aussi bien que le tien, et que j'aurai la joie de profiter du tien encore un moment.

À Papi Adi, fait de l'étoffe des héros, qui ne pourra lire ceci mais à qui je continue de penser à chaque fois que je joue aux échecs.

À Mamie Louise, aimante, drôle, la générosité incarnée. Pour son amour inconditionnel.

À Nono et Manu, à Marie Claude et Christopher, à Richard et Gisèle, à Anne Marie, à Soizic : mes oncles et tantes qui m'ont tant donné. À mes cousins et cousines.

À Hugo, camarade d'amphithéâtre, de révision, puis d'internat mais pas seulement. Merci pour ta fidélité que je ne mérite parfois pas. Bravo pour ta force et ton courage, personne ne mérite autant que toi la réussite que tu t'es construite.

À Jérémy, ancien parmi les anciens, mais dont la valeur ne s'érode pas avec le temps ou la distance. Au plaisir de continuer à se retrouver après toutes ces années.

REMERCIEMENTS

À Tifenn, Baptiste, Laure, Amélie, à cette coloc' magique. Pour tous nos bons moments, pour tout ce qu'on a partagé et pour tout ce que je vous dois. Merci d'avoir été là.

À la bande de gastro, Norma, Guerzi, Lise-Marie, Elo, Louis, les deux Cécé, Taiana, Mylène... Merci pour votre accueil, votre amitié, votre folie, pour les moments de bonheur que chaque jour de travail acharné et chaque soirée arrosée ont été avec vous. Ne changez rien !

Au Dr Solène Audiau, pour ton humanité, ta patience et ton soutien dans un moment difficile.

À Clémence et Adrien, pour tout ce que vous m'avez apporté en termes de connaissance et de confiance en moi. J'ai eu la chance de travailler avec vous, et j'espère avoir à nouveau cette opportunité.

À Julien et Achilles, mes premiers chefs en réanimation, pour qui j'ai une admiration sans bornes. Merci pour vos mots, si importants pour un jeune médecin, que j'ai eu le bonheur d'entendre de votre bouche et qui resteront gravés en moi toute ma carrière.

À Alice et Loïck, compagnons de galère et d'infortune dans ce travail de Référents si prenant. Si c'était à refaire, je ne sais pas si je le referais, mais je ne le referais en tout cas avec personne d'autre que vous.

À tous les co-internes et médecins avec qui j'ai eu la chance de travailler, à Angers, Cholet, à Claude B, à Caroli... Merci pour la chance d'avoir été entouré de personnes brillantes à chaque étape de mon parcours.

Et enfin, à Myriam, mon évidence. Rien de tout cela n'aurait vu le jour sans toi.
À tes rires et à tes larmes que je veux continuer à partager.

À ton soutien dans ces moments, que j'espère pouvoir te rendre.

À ton esprit, ton humour, ton intelligence dont je veux continuer à profiter.

À ton courage, à la hauteur duquel je souhaite un jour pouvoir me hisser.

Sois assurée de tout mon amour.

Liste des abréviations

OSIOT	Obstruction de sonde d'intubation Orotrachéale
SIOT	Sonde d'intubation orotrachéale
AET	Aspiration endotrachéale
HH/HC	<i>Heating humidifier</i> / Humidificateur chauffant
HME/FH	Heat and moisture exchanger/ Filtre humidificateur
MAR	Médecin anesthésiste réanimateur
MIR	Médecine intensive-réanimation
MU	Médecin urgentiste
SDRA	Syndrome de Détresse respiratoire aigu
VAS	Voies aériennes supérieures
RCT	<i>Randomized control trial</i> / Essai contrôlé randomisé
PAVM	Pneumopathie acquise sous ventilation mécanique
FiO2	Fraction inspirée en oxygène.
ACR	Arrêt cardio-respiratoire
PaCO ₂	Pression artérielle partielle en CO ₂ .
BAVU	Ballon auto remplisseur à valve unidirectionnelle.
PEP	Pression expiratoire positive.
EtCO ₂	Fraction expirée en CO ₂ .
PIC	Pression intra crânienne.
IDE	Infirmier diplômé d'état
AS	Aide-soignant
CLC	<i>Closed loop communication</i> / communication en boucle fermée

Plan

SERMENT D'HIPPOCRATE

INTRODUCTION :

- 1. Epidémiologie de l'obstruction de la sonde d'intubation :**
- 2. Physiopathologie de l'OSIOT :**
- 3. Prévention et prise en charge de l'OSIOT dans la littérature :**
 - 3.1. Prévention de l'obstruction de SIOT :
 - 3.2. Diagnostic de l'obstruction de sonde d'intubation :
 - 3.3. Prise en charge de l'OSIOT :
- 4. Justification du présent travail et hypothèse principale :**
- 5. Etude Princeps DELEREA-URG :**

MÉTHODES

- 1. Situation clinique et scénario de simulation :**
- 2. Objectifs principaux et secondaires et critères de jugement :**
 - 2.1. Objectif et critère de jugement principal :
 - 2.2. Objectifs et critères de jugement secondaires :
- 3. Données recueillies :**
 - 3.1. Variables décrivant les équipes :
 - 3.2. Variables de survenue et de délai des événements/gestes techniques :
 - 3.3. Variables de communication :
- 4. Analyse statistique :**
 - 4.1. Plan d'analyse utilisé :
 - 4.2. Description des outils statistiques utilisés :

RÉSULTATS

- 1. Description des équipes :**
- 2. Descriptions des actes réalisés :**
 - 2.1. Réalisation des actes de première ligne :
 - 2.1.1. Première aspiration endotrachéale :
 - 2.2. Réalisation des actes instrumentaux :
- 3. Description des délais 1,2 et 3 et des facteurs associés :**
 - 3.1. Facteurs associés au diagnostic exprimé d'OSIOT :
 - 3.2. Facteurs associés à la prise de décision de réintubation :
 - 3.3. Facteurs associés au contrôle des voies aériennes supérieures :
- 4. Facteurs associés au délai avant contrôle des VAS :**
 - 4.1. Caractéristiques de l'équipe :
 - 4.1.1. Ancienneté et expérience :
 - 4.1.2. Spécialité d'exercice du Leader :
 - 4.1.3. Modalités du briefing initial :
 - 4.2. Actes réalisés et association avec les délais 1,2, et 3 :
 - 4.2.1. Impact de l'acte déclencheur de la décision de réintubation sur le délai avant contrôles des VAS :
 - 4.2.2. Temporalité du diagnostic par rapport à la réintubation :

4.3. Communication autour de la première aspiration endotrachéale :

DISCUSSION :

- 1. Principaux résultats :**
- 2. Problématiques mises en évidence dans la démarche diagnostique et thérapeutique :**
- 3. Communication autour de la première aspiration endotrachéale et impact défavorable d'un feedback non pertinent :**
- 4. Expérience et constitution des équipes :**
- 5. Protocole de formation :**
- 6. Forces et limites :**

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

TABLE DES MATIERES

ANNEXES

Annexe 1 : Scenario Obstruction de sonde d'intubation :

Annexe 2 : Questionnaire sur l'expérience de l'équipe :

Annexe 3 : Grilles observationnelles pour sélection des variables d'intérêts :

Annexe 4 : Team Performance Observation Tool :

Annexe 5 : Grille NO-Techs :

Annexe 6 : Facteur influençant les délais 1, 2 et 3 :

Performances diagnostique, thérapeutique et prise de décision devant une obstruction de sonde d'intubation orotrachéale

Tom Alcouffe (1), Lara Poitrin (2), Pr Nicolas Lerolle (1).

1 : Faculté de Santé, UFR médecine, Angers.

2 : Faculté de Rennes.

Diagnostic and therapeutic performances and decision-making in situations of Endotracheal Tube Obstruction: An Interventional High-Fidelity Simulation Study.

Introduction:

Endotracheal tube obstruction (ETO) is a rare but potentially serious or even fatal complication of mechanical ventilation in critical care, which can lead to sudden and profound desaturation with the risk of cardiorespiratory arrest if management is not rapid enough. The literature about the optimal management ETO is scarce and limited to Opinions and case Reports. Our study aims to simulate a clinical situation of ETO using high-fidelity mannequins with critical care expert teams to describe and determine the factors influencing the management efficiency of this complication.

Materials and Methods:

We conducted a multicenter interventional study using high-fidelity simulation and performed a descriptive analysis of practices among critical care expert teams. We presented a standardized scenario simulating an ETO situation to 24 teams, each composed of a senior/leader physician, an intern, a registered nurse, a nurse's aide, and a medical student in the second year of medical studies. We collected individual and collective experience of team members, the time intervals before diagnosis of endotracheal tube obstruction, before the decision for reintubation, and before replacement of the endotracheal tube. Actions performed and interactions observed during the scenario were recorded to explain observed differences in the duration of the ETO management.

Results:

We analyzed data from the ETO scenario conducted by 24 teams from 5 simulation centers affiliated with 5 French university hospitals (Anesthesiology-Intensive Care teams ($n=10$), Intensive Care Medicine teams ($n=8$), Emergency Medicine teams ($n=6$)). Control of airway visualization was achieved within a median time of 274 seconds [IQR 199; 352], the decision to change the obstructed tube was made within a median time of 81 seconds [IQR 53; 160]. The diagnosis of ETO was made by 21 out of 24 teams within a median time of 170 seconds [IQR 5; 240]. In 30% of cases, the diagnosis was made only after tube replacement. Team experience does not seem to impact the speed of management. Endotracheal suctioning was performed in 79.5% of cases, and relevant feedback was provided in 52% of cases. When feedback was relevant, the time in seconds before the decision for reintubation (98.0 [61.0; 149] vs. 194 [150; 278]; $p= 0.013$) and before airway visualization control (198 [166; 269] vs. 295 [253; 389]; $p= 0.018$) was shorter compared to when feedback was absent or irrelevant.

Conclusion:

Relevant feedback indicating the presence of an obstruction after the first endotracheal suctioning on an obstructed tube appears to be crucial in the speed of ETO management. It seems relevant to optimize training through simulation of ETO management by emphasizing the importance of feedback after the first endotracheal suctioning.

INTRODUCTION :

1. Epidémiologie de l'obstruction de la sonde d'intubation :

L'obstruction de sonde d'intubation orotrachéale (OSIOT) est une complication peu fréquente mais potentiellement grave, de la ventilation mécanique en réanimation. Les conséquences de cette complication vont de l'allongement de la durée de ventilation mécanique (17,19) à la survenue d'une désaturation brutale et profonde avec risque de décès par arrêt cardiorespiratoire (18,44). Il s'agit classiquement d'une complication survenant lors d'une ventilation mécanique prolongée, avec une durée médiane de 7 à 14 jours (1,2), en lien avec une diminution progressive du diamètre interne de la sonde d'intubation (5,21). Les facteurs de risque généralement rapportés sont l'intubation pour un asthme aigu grave (8), l'hémorragie intra-alvéolaire (14), l'absence de dispositif d'humidification des voies respiratoires, ou au contraire l'utilisation conjointe de deux dispositifs (6).

Il est difficile de précisément décrire l'incidence et la prévalence de l'OSIOT parmi les patients de réanimation, la littérature étant dominée par les case-reports et séries de cas. Une méta-analyse Cochrane de 2017 comparant deux dispositifs d'humidification artificielles des VAS chez les patients intubés, compilant les données de 2171 patients issus de 15 études, décrivait une incidence de l'OSIOT entre 23 et 37 événements pour 1000 jours de ventilation mécanique (17). Un RCT comparant le risque survenue d'OSIOT et de PAVM entre 2 outils d'humidification des voies aériennes supérieures rapport une incidence de l'OSIOT située entre 0,5 à 2,5 % par mois de ventilation mécanique chez les patients ventilés plus de 48 heures (20).

Si classiquement les patients ventilés mécaniquement pour un SDRA n'étaient pas considérés comme une population à risque d'OSIOT (1), la littérature récente rapporte que les patients hospitalisés pour un SDRA lié à une infection à SARS COV2 semblaient présenter un risque bien supérieur d'OSIOT. Une série de cas de 110 patients ventilés pour SDRA lié à la COVID

retrouvait une prévalence de l'ordre de 25 % pour 45 jours de ventilation mécanique (2). De plus, une récente étude observationnelle rapportait une incidence mesurée sur une durée de 2 mois, de 5,8 OSIOT pour 1000 jours de ventilation mécanique chez les patients atteint de COVID 19 (survenue d'une OSIOT chez 5,6 % des 187 patients de la cohorte) en comparaison avec une incidence nulle chez les patients intubés pour une autre indication. (1)

2. Physiopathologie de l'OSIOT :

La survenue d'une OSIOT est secondaire à une occlusion de la lumière interne de la sonde d'intubation secondaire à une consolidation intra sonde de matériel biologique (sang, sécrétion trachéo-bronchique, matériel nécrotique...), à la présence d'un corps étranger intra sonde (débris dentaire, fragment de sonde), à une problématique liée au matériel (un sur gonflage du ballonnet ou un dysfonctionnement de sonde d'intubation), voire une complication liée à l'intubation prolongée (granulome ou fausses membranes endotrachéales) (7-16). La morsure de sonde entraînant une réduction de calibre de la lumière ou une dysfonction de sonde est également une problématique à prendre en compte chez le patient non ou mal curarisé (25).

Le risque d'obstruction de sonde d'intubation orotrachéale est corrélé positivement à la durée de ventilation mécanique. Une étude prospective observationnelle conduite par Shah & al, incluant 101 patients intubés ventilés plus de 24 heures a ainsi mis en évidence une corrélation positive entre la durée de ventilation mécanique et la réduction du calibre-intra sonde, constatée après extubation par mesure de la réflexion acoustique de la lumière interne de la sonde (Figure III-1 et III-2).

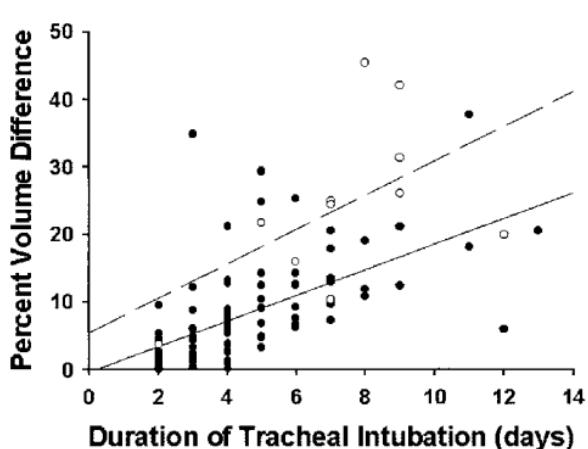


Figure III-2 ; Selon Shah & al ; Corrélation positive de la réduction du calibre avec la durée de VM

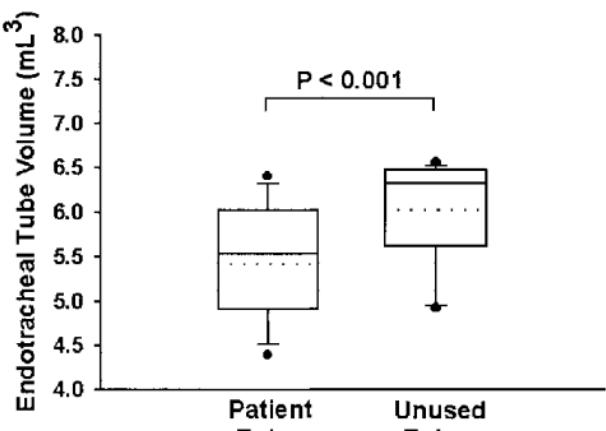
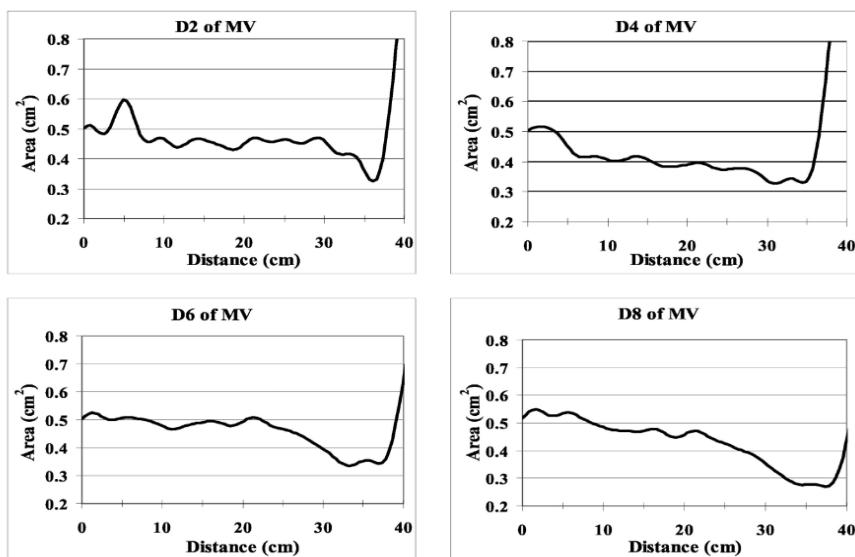


Figure III-1; Selon Shah & al ; Différence absolue de 9,8% (0–45,5%) du volume interne de la sonde

Ces résultats sont confortés par des constatations similaires dans les travaux de Jaber & al (Figure III-3), cette réduction progressive du calibre prédominant sur la portion distale de la sonde d'intubation.



Anesthesiology, V 100, No 4, Apr 2004

Figure III-3 ; Selon Jaber & al ; Diminution progressive du diamètre interne de la SIOT.

La réduction progressive du calibre interne de la sonde d'intubation orotrachéale conduit à une augmentation des résistances à l'écoulement du flux d'air à l'inspiration et à l'expiration en

lien avec la sonde d'intubation, selon la loi de Poiseuille décrivant la résistance à l'écoulement d'un fluide à travers un cylindre (Fig. III-4,5). La réduction du rayon de la lumière de la sonde d'intubation entraîne, toutes choses égales par ailleurs, une augmentation des résistances à l'écoulement du fluide responsable d'une augmentation du gradient de pression de part et d'autre de la sonde d'intubation, et donc une augmentation des pressions résistives du système respiratoire.

$$R_h = \frac{\Delta P}{Q}$$

Figure III-5 ; Expression du différentiel de pression de part et d'autre de la sonde d'intubation en fonction du débit et de la résistance du cylindre

$$R_h = \frac{8 \eta L}{\pi R^4}$$

Figure III-4 ; Avec μ = Viscosité du fluide, L = longueur du cylindre, R = rayon du cylindre

3. Prévention et prise en charge de l'OSIOT dans la littérature :

3.1. Prévention de l'obstruction de SIOT :

La littérature sur le sujet porte quasi exclusivement sur l'utilisation de dispositif d'humidification des voies aériennes supérieures.

Le seuil classiquement recommandé pour l'humidification des VAS en ventilation invasive est de plus de 30mgH₂O/ L d'air inspiré. Une humidification inférieure à 25mgH₂O/l est à risque élevé d'obstruction de sonde d'intubation par défaut d'humidification.

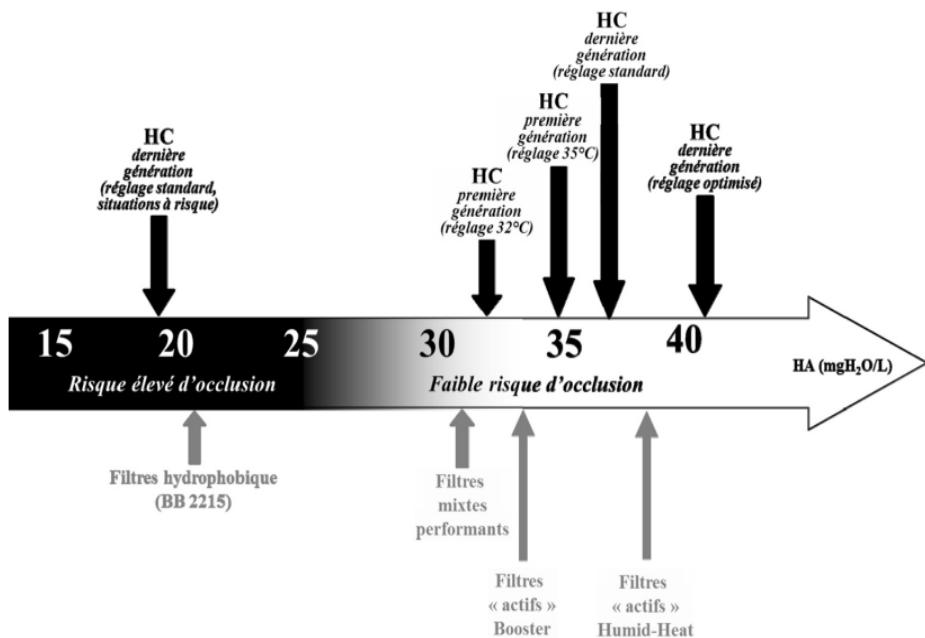


Figure III-6 ; Echelle de risque d'occlusion de sonde d'intubation selon Lellouche dans "Humidification in the ICU", Esquinas MD, PHD, p138

L'utilisation préférentielle d'un humidificateur chauffant (ou HH pour Heating Humidifier) ou d'un filtre échangeur de chaleur et d'humidité (FECH ou HME pour Heating and Moisture Exchanger) a longtemps été débattue, notamment en ce qui concerne la prévalence de l'OSIOT avec l'un ou l'autre de ces dispositifs. Une revue de la littérature datant de 2016 (26) compilant les données de 2431 patients issus d'essais contrôlés comparant FECH et HC, retrouve une survenue de l'OSIOT chez 1,1 % des patients du groupe HC et chez 3,1 % des patients du groupe FH. Le surrisque presque trois fois supérieur d'OSIOT avec l'utilisation du FH est en fait largement porté par les études utilisant un filtre hydrophobe d'ancienne génération dans leur groupe filtre humidificateur (système BB2215), ce modèle n'étant plus utilisé au profit de filtres à membrane mixte. Le risque d'OSIOT après exclusion des études ayant utilisé ce filtre, retrouve une prévalence de à 0,4 % parmi les patients du groupe filtre humidificateur. (Fig. III-7).

Étude [référence]	Humidificateurs chauffants			Filtres humidificateurs			
	Système utilisé	Nombre de patients/nombre d'occlusions	Pourcentage d'occlusions	Système utilisé	Nombre de patients/nombre d'occlusions	Pourcentage d'occlusions	Humidité Absolue (psychrométrie)
Cohen et al. [40]	Cascade	81/1	1,2	BB2215	170/15	8,8	21,8
Martin et al. [41]	HHBW (32 °C)	42/0	0,0	BB2215	31/6	19,4	21,8
Misset et al. [42]	MR 450 (32–34 °C)	26/2	7,7	BB2215	30/4	13,3	21,8
Roustan et al. [43]	Aquapor (31–32 °C)	61/0	0,0	BB2215	55/9	16,4	21,8
Branson [113]	Conchaterm III (32–34°C)	32/0	0,0	Aqua+	88/0	0,0	ND
Dreyfuss et al. [72]	MR 450	70/0	0,0	Hygrobac	61/1	1,6	31,7
Villafane et al. [44]	MR 310 (32 °C)	7/1	14,3	BB2215	8/3	37,5	21,8
				Hygrobac	8/0	0,0	31,7
Boots et al. [119]	MR 730 (37/35)	41/0	0,0	Humid Vent Light	75/0	0,0	30,8
Hurni et al. [77]	F&P (32 °C)	56/1	1,8	Hygroster	59/0	0,0	30,7
Kirton et al. [85]	Marquest	140/1	0,7	BB100	140/0	0,0	26,8
Kollef et al. [78]	MR 730 (35–36)	147/0	0,0	Duration	163/0	0,0	ND
Thomachot et al. [127]	Cascade 2 (32 °C)	20/0	0,0	Humid Vent Light	9/0	0,0	30,8
Jaber et al. [47]	MR 730 (37/40)	34/2	5,9	Hygrobac	26/1	3,8	31,7
Lacherade et al. [75]	MR 730 (37/40)	185/5	2,7	Hygrobac	185/1	0,5	31,7
Boots et al. [115]	MR 730 (37/40 ou 37/35)	191/0	0,0	Humid Vent Light	190/0	0,0	30,8
	Total	1 133/13	1,1	Total 1	1298/40	3,1	
				Total 1 (hors BB2215)	814/3	0,4	

Figure III-7 ; D'après F. Lellouche - Réanimation (2016), Pourcentage d'OS/IOT selon le dispositif

L'utilisation de filtres humidificateurs de dernière génération ne semble donc pas augmenter le risque d'obstruction de sonde d'intubation par rapport aux humidificateurs chauffants, cependant des limites à l'utilisation de l'un ou l'autre de ces dispositifs sont à noter. En effet, si les conditions ambiantes de chaleur et d'humidité semblent ne pas avoir d'impact sur l'efficacité de FH de dernière génération (Humid-Heat®, Hygrobac®, Hygrobac S ®) (27), une étude de Lellouche & al, met en évidence une sous-humidification des VAS (une concentration en vapeur d'eau inférieure à 25mgH2O/L) par l'utilisation d'un filtre humidificateur au cours d'une hypothermie thérapeutique post ACR (28), situation où les humidificateurs chauffants conservent leurs performances.

Par ailleurs les humidificateurs chauffants fonctionnant avec un fil chauffant perdent assez nettement en performance hygrométrique dès que la température d'entrée des gaz dans la

chambre d'humidification augmente (Fig. III-8) (en lien avec une température ambiante élevée, à des gaz préchauffés, à une exposition directe de la chambre au soleil par exemple) (29, 30), atteignant des niveaux d'humidifications des VAS parfois nettement insuffisants. Des systèmes

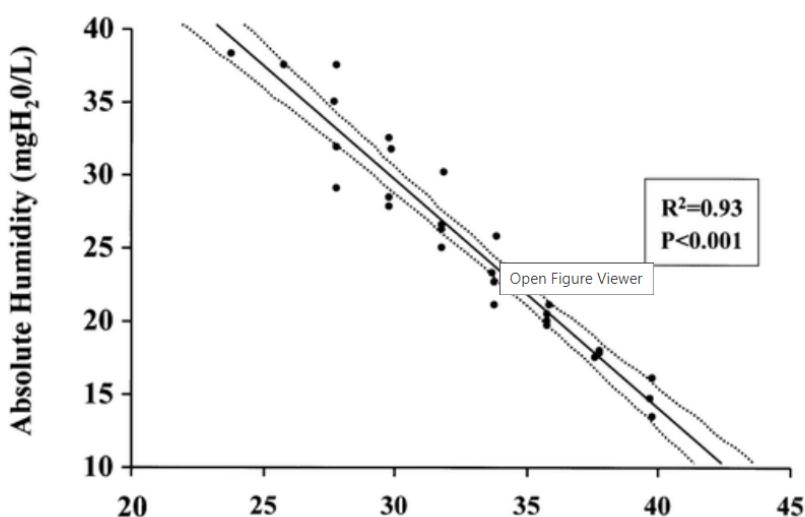


Figure III-8 ; D'après Lellouche, Perte d'efficacité de l'humidificateur chauffant avec l'augmentation de la température des gaz à l'entrée de la chambre d'humidification.

sans fil chauffants ou avec des systèmes de compensation peuvent permettre de palier à ces problématiques.

Enfin, l'une des problématiques à l'utilisation de filtres humidificateurs est la majoration de l'espace mort instrumental, conduisant en ventilation assistée contrôlée, à une réduction de la ventilation alvéolaire responsable d'une augmentation de la PaCO₂ d'autant plus importante que la fréquence respiratoire est élevée (en situation de ventilation spontanée avec aide inspiratoire, la majoration du travail inspiratoire engendrée par l'augmentation de l'espace mort peut être compensée par une majoration du niveau d'aide). (Fig. III-9)

La diminution de l'espace mort par l'utilisation d'humidificateur chauffant chez les patients

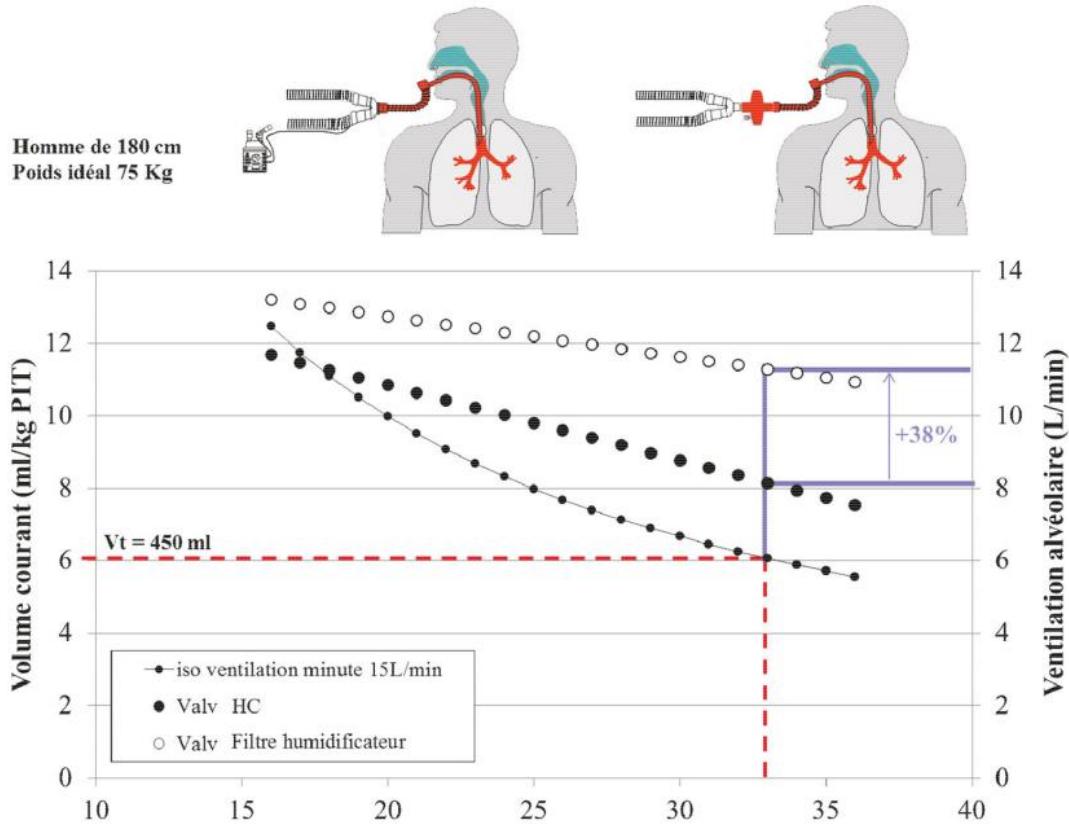


Figure III-9 D'après Lellouche. Augmentation de la ventilation alvéolaire par l'utilisation d'un HC vs un filtre humidificateur.

atteints de SDRA permet la diminution du V_t en maintenant une capnie stable et une amélioration des compliances mesurées du système respiratoire chez 17 patients (31).

Pour résumer, si l'utilisation de filtres humidificateurs de dernière génération semble équivalente quant à la prévention de l'OSIOT (17) ou des PAVM par rapport aux humidificateurs chauffants (17), la facilité d'utilisation et la stabilité d'utilisation des filtres humidificateurs peuvent faire privilégier leur utilisation, à l'exception des situations d'hypothermie thérapeutique ($<35^{\circ}\text{C}$) et de ventilation protectrice sur SDRA où l'usage d'un humidificateur chauffant semble préférable.

3.2. Diagnostic de l'obstruction de sonde d'intubation :

Si les signes d'orientation diagnostique sont décrits de façon relativement constante dans la littérature (élévation des pressions de crête en lien avec une augmentation des pressions résistives, diminution du volume expiré, difficultés de ventilation au BAVU, échec d'aspiration

endotrachéale ou échec d'insertion complète d'un mandrin rigide) (22-24), l'étude de la littérature ne permet pas de mettre en évidence une description dans le détail du comportement diagnostique et thérapeutique devant une situation d'OSIOT.

Durant la ventilation mécanique, les facteurs manifestant une OSIOT sont les suivants (2, 32, 33) :

- Majoration de la pression inspiratoire de crête (P crête).
- Diminution du volume expiré (Vte), associée à une modification du profil de la courbe de débit expiratoire. (22, 23) (Fig. III-12), et majoration inconstante d'une PEP intrinsèque.
- Modification des paramètres du scope : désaturation, hypertension artérielle, tachycardie.
- Augmentation de la fraction expirée en CO₂ (EtCO₂) en lien avec l'hypoventilation alvéolaire.
- Cliniquement : diminution du murmure vésiculaire et de l'ampliation thoracique.
- Diminution du volume courant en ventilation en pression contrôlée ou en aide inspiratoire (alors associée à une augmentation du travail ventilatoire du patient) (39)

Une présentation extrême de cette complication est l'obstruction complète avec occlusion totale de la lumière de la sonde d'intubation :

- Déclenchement à chaque insufflation des alarmes de pression inspiratoire maximale (Pmax) et ce quel que soient leurs niveaux de réglage.
- Effondrement des volumes inspirés et expirés.
- Effondrement de l'EtCo₂.
- Apnée clinique et désaturation rapide.

Aucun de ces signes pris séparément n'est absolument sensible ni spécifique d'une OSIOT partielle ou complète. La désaturation ainsi que l'apparition d'une tachycardie et d'une hypertension artérielle sont non spécifiques et conséquences de l'acidose hypercapnique secondaire à l'occlusion. L'augmentation de la fraction expirée en Co₂ peut être mise en défaut en cas d'obstruction complète, et sa mesure ne constitue pas un monitorage continu courant chez les patients de réanimation. La diminution du murmure vésiculaire et de l'ampliation thoracique peut également se rencontrer dans les situations de bronchospasme très sévère ou de pneumothorax important, de façon associée à l'augmentation des résistances du système respiratoire. De même, un bronchospasme provoque une modification des courbes de débits

expiratoires de même nature que lors d'une obstruction de sonde (23), rendant difficile le diagnostic différentiel simplement sur l'analyse des courbes du ventilateur.

La majoration de la pression de crête, reflet de l'augmentation des pressions résistives en lien avec la réduction du calibre interne de la sonde, est d'apparition tardive. L'augmentation du temps expiratoire (associée à l'augmentation de la constante de temps expiratoire du système respiratoire) et la modification du profil expiratoire de la courbe débit volume permettrait une détection plus précoce lors d'une OSIOT partielle, avant majoration des pressions de crête. (24,

34).

Dans une étude physiologique de Kawati & al publiée en 2005, on note une augmentation de la constante de temps expiratoire proportionnelle à la réduction de calibre d'une sonde d'intubation, associée une modification du profil Débit-Volume expiratoire (diminution de l'aire sous la courbe et du débit maximum expiratoire) (Fig. III-11 et III-12).

D'autre modèles mathématiques se proposent d'améliorer la sensibilité et la spécificité des alarmes de détections d'obstruction de circuit de ventilation au moyen d'algorithmes se basant sur des mesures automatiques et non invasives (32) avec des résultats encourageants (Se = 90 % et Sp = 97 % dans le diagnostic différentiel avec le bronchospasme ou un modèle de rigidité thoracique) sans pour autant être utilisable en pratique quotidienne.

Table 2. Variables of Lung Mechanics

Conditions	R_{rs} (cm H ₂ O · s · L ⁻¹)	C_{rs} (mL · cm H ₂ O ⁻¹)
Unobstructed ETT ID 8 mm	11 (9.3–12.6)	43 (38.8–47.8)
Grade 1 obstruction	12 (11.1–12.8)	37 (34.3–40.6)*
Grade 2 obstruction	15 (14.0–15.8)	38 (34.2–41.5)*
Grade 3 obstruction	29 (23.1–34.7)*†‡	38 (32.4–42.8)*

Figure III-10 : Modification des résistances du système respiratoire selon le degré de l'obstruction. Noter la relative stabilité des Résistances du système respiratoire pour des obstructions peu importantes

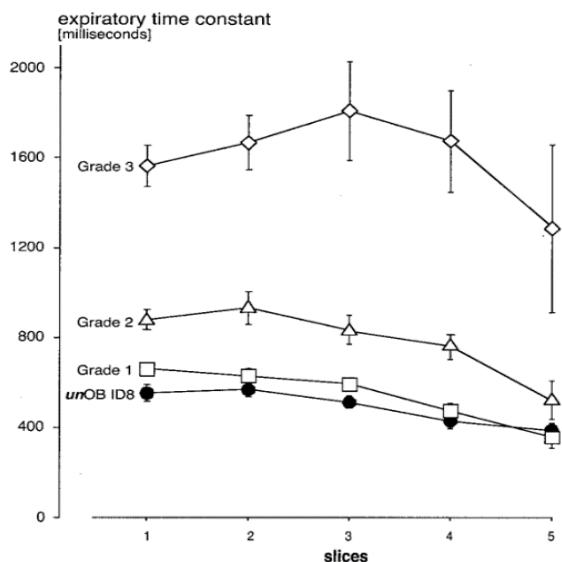


Figure III-12 Variation de la constante de temps expiratoire le long d'une sonde d'intubation de diamètre interne 8mm.

Réduction du diamètre interne : Grade 1 = -0,5mm / Grade 2 = -1mm / Grade 3 = -3mm

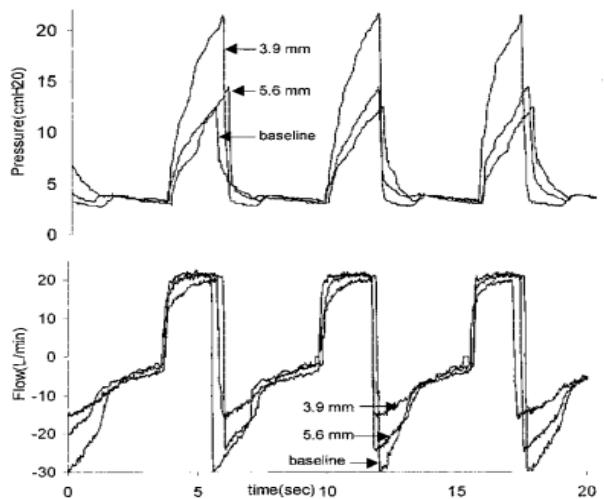


Figure III-11 : Modification des courbes de débit et de Pression en fonction du temps lors d'une occlusion expérimentale d'une SIOT.

3.3. Prise en charge de l'OSIOT :

De rares algorithmes de prise en charge en cas d'OSIOT ont été proposés, issus surtout de la littérature s'intéressant à l'anesthésiologie. (38) (Fig. III-14)

Les premières étapes thérapeutiques rapportées de façon constante dans la littérature sont l'aspiration endotrachéale plus ou moins associée à la fibroscopie dans un second temps.

Un dispositif de retrait de sécrétion endotrachéale, fonctionnant la manière d'une sonde de Fogarty, a permis le retrait de sécrétions endotrachéales perturbant la ventilation chez trois patients après échec d'aspiration endotrachéale et de bronchoscopie. Si un RCT a comparé l'utilisation systématique de ce dispositif au Standard of care (AET à l'aveugle) en prévention primaire, et a montré une réduction du risque de survenue d'occlusions de sonde d'intubation ($6.3 \% \pm 1.7\% \text{ vs } 8.9 \pm 7.6\% ; P = 0.039$), il n'y a pas de donnée de bon niveau de preuve disponibles pour étayer l'efficacité de ce dispositif en cas d'OSIOT. (35-36)

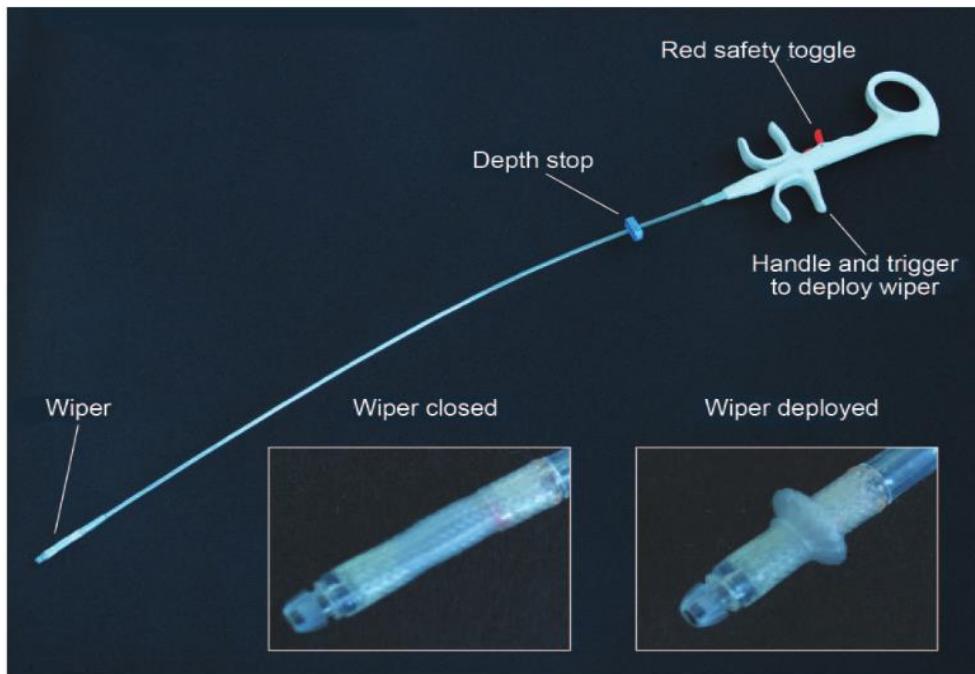


Figure III-13 Dispositif endOClear

L'aspiration endotrachéale, permettant de vérifier la perméabilité de la sonde d'intubation, dans une situation où la ventilation est impossible et où les pressions de crête sont hautes, est essentielle pour différencier une OSOT (ou l'insertion sera impossible ou en butée) d'un bronchospasme ou d'un pneumothorax (où l'insertion se fera sans résistance).

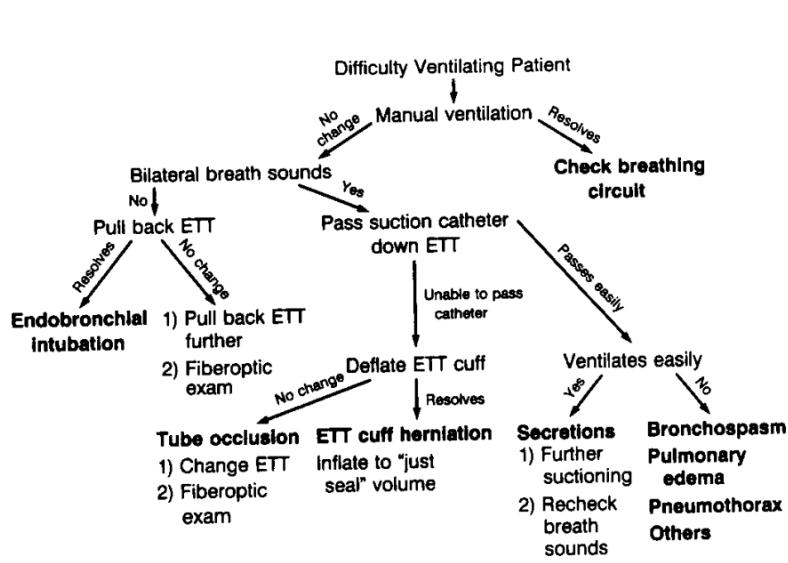


Figure III-14 : Selon Hosking & al - 1989 : Algorithme de prise en charge de difficultés de ventilation en milieu anesthésique.

volémiques par modification des volumes intrathoraciques...) (39). Des recommandations de

(10,38)

Il s'agit d'une procédure standard en réanimation bien que non dépourvue de complications (baisse du volume pulmonaire par dérecrutement alvéolaire, lésions trachéobronchiques traumatiques, majoration de la PIC par stimulus douloureux, perturbations hémodynamiques vasovagales,

bonnes pratiques cliniques ont été émises par l'AARC en 2010. Il y est notamment recommandé de privilégier des aspirations « superficielles » (insertion du cathéter d'aspiration d'une longueur égale à la longueur de la sonde d'intubation + adaptateur) aux aspirations « profondes » (insertion systématique en butée). (40)

La réalisation d'une fibroscopie endotrachéale dans le cadre de difficultés de ventilation est fréquemment rapportée dans la littérature notamment dans la situation où les difficultés de ventilations persisteraient après une AET (36,38,10) ou dans certaines situations cliniques particulières (42,43). Bien que peu invasive, la préparation du matériel et la nécessité de modification des paramètres respiratoires avant sa réalisation rendent la fibroscopie moins accessible et plus à risque de complications dans une situation comme l'OSIOT (désaturation en lien avec le dérecrutement alvéolaire, ventilation rendue impossible par la majoration des pressions résistives en lien avec la présence du fibroscope dans la sonde d'intubation.) (45).

4. Justification du présent travail et hypothèse principale :

Le but de ce travail est de décrire les différentes modalités de prise en charge réalisées par des équipes expertes, et de tenter de mettre en évidence lesquelles de ses modalités pourraient avoir un impact sur la prise en charge d'un patient atteint par cette complication.

La description des différentes pratiques autour de la prise en charge de cette urgence thérapeutique, qui est notre objectif premier, pourrait de plus mener à l'identification des facteurs clés dans l'efficacité de la prise en charge de l'OSIOT.

La réalisation par les équipes expertes de gestes de première ligne et actions instrumentales n'est pas connue et doit être décrite. Il est fait l'hypothèse que ces gestes impactent le délai de sécurisation des voies aériennes

5. Etude Princeps DELEREA-URG :

La présente étude est une étude ancillaire s'appuyant sur les données recueillies pour l'étude DELEREA – URG ayant pour objectif l'étude du leadership et de la mise en œuvre de délégations de tâches entre un leader et son équipe dans des situations de soins critiques. Les situations cliniques étudiées étaient au nombre de trois : une situation d'ACR, une situation d'asthme aigu grave et une situation d'OSIOT simulée à l'aide d'un mannequin haute-fidélité. A été réalisé un recueil multicentrique dans 5 CHU Français (Angers, Brest, Rennes, Nantes, Lille) entre février 2022 et janvier 2023, d'enregistrements vidéo de 24 séances de simulations impliquant autant d'équipes expertes en soins critiques, selon des modalités et des scénarii standardisés et identiques pour chaque équipe.

La présente étude se base donc sur l'analyse spécifique de la situation d'OSIOT.

Afin de développer les scénarii étudiés et de fixer un protocole standardisé de réalisation des séances de simulation, nous avons réalisé 5 séances de calibrations, réalisées de façon monocentrique à Angers entre juin et novembre 2021. Les scénarii ayant évolué durant cette période, ne sont inclus dans la présente étude que les données issues des séances réalisées après cette date, selon une méthodologie et des situations cliniques identiques.

Les résultats de l'étude princeps DELEREA-URG seront présentés dans une publication spécifique.

MÉTHODES

L'un des points clé de la présente étude est l'observation de la rapidité de mise en œuvre des moyens permettant la sécurisation des voies aériennes du patient-mannequin (récupération d'une perméabilité de la sonde d'intubation), et la description des différents moyens mis en œuvre par les équipes expertes pour y parvenir. Ces différents moyens seront séparés en :

- En « gestes de première ligne », rapidement mis en œuvre, porteurs d'informations essentielles à l'appréhension de la situation clinique et dont la réalisation peut suffire au diagnostic d'OSIOT selon l'avis d'experts : première aspiration endotrachéale, recherche d'un silence auscultatoire et d'une absence d'ampliation thoracique et interprétation des courbes du respirateur,
- Et en « gestes instrumentaux », nécessitant la mise en place de moyens requérant du temps et des ressources humaines et techniques additionnelles (Fibroscopie bronchique, utilisation d'un mandrin rigide, laryngoscopie diagnostique, répétition des aspirations endotrachéales).

1. Situation clinique et scénario de simulation :

Les consignes sur la situation clinique, l'évolution clinique à simuler ainsi que les données cliniques, biologiques et d'imagerie étaient standardisées et fournies par le centre investigator principal (Angers) aux villes investigatrices secondaires (Brest, Lille, Nantes, Rennes). Le scénario était celui d'une obstruction de sonde d'intubation orotrachéale chez un patient intubé ventilé pour un SDRA sur pneumopathie sévère à SARS-COV 2. Ce scénario était standardisé et inconnu des équipes avant la mise en situation. Chaque équipe a donc fait face à une situation clinique identique dans ses paramètres initiaux, après un briefing également standardisé. Cependant des différences dans le briefing initial, dans le timing d'évolution clinique et quelques erreurs dans la mise en place des situations cliniques ont pu être notées, en lien avec le caractère multicentrique de l'étude. Les données fournies aux différents centres investigateurs concernant le protocole et le déroulé attendu du scénario de simulation sont disponibles en annexe (Annexe I).

L'obstruction de la sonde d'intubation était simulée grâce à l'utilisation sur le mannequin d'une sonde préalablement obstruée mécaniquement par un obstacle (patafix® et papier), inamovible et infranchissable par aspiration endotrachéale, endoscopie ou tentative de cathéterisation de la sonde d'IOT, et responsable d'une obstruction complète et imposant un remplacement de la sonde d'intubation pour rétablir une ventilation efficace.

La sonde utilisée était toujours la même, avec un obstacle situé au niveau du 1/4 distal, empêchant une insertion complète de la sonde d'aspiration endotrachéale.

Les mannequins étaient ventilés par des ventilateurs de réanimation ou d'anesthésie, de modèles différents selon les centres, avec néanmoins l'utilisation notable d'un appareil de ventilation de transport lors d'une séance.

Tous les ventilateurs fournissaient les courbes de débit et de volume en temps réel et donnaient la possibilité de majorer la FIO₂, la pression et le volume de consigne, la PEP, le temps inspiratoire, de modifier les pressions et les volumes d'alarmes.

2. Objectifs principaux et secondaires et critères de jugement :

2.1. Objectif et critère de jugement principal :

Décrire le comportement des équipes face à une obstruction de sonde d'intubation orotrachéale : en particulier la fréquence de réalisation ou non des gestes de première ligne et des gestes instrumentaux et la qualité de communication autour de l'AET. Par ailleurs, la durée de survenue de la sécurisation voie aérienne (délai 1), la durée avant survenue de la décision de réintubation (délai 2) ainsi que le délai avant expression du diagnostic d'OSIOT (délai 3) seront également relevés.

Pour répondre à l'objectif principal de l'étude : description et analyse fréquentielle des différentes actions diagnostiques et thérapeutiques réalisées lors d'une situation d'OSIOT, et leur délai de survenue.

2.2. Objectifs et critères de jugement secondaires :

Etude des relations entre les caractéristiques et actions des équipes et les délais observés : il s'agit notamment d'interroger l'impact du briefing, des critères d'équipe, de la réalisation des gestes de première ligne ou des gestes instrumentaux et de la qualité de la communication autour de la première aspiration endotrachéale sur les délais décrits.

Pour répondre à l'objectif secondaire de l'étude : délai avant (1) le diagnostic de l'OSIOT, (2) le délai avant décision de remplacement de sonde d'intubation, et (3) le délai avant sécurisation des voies aériennes supérieures, définis par une reprise de ventilation efficace sur sonde perméable.

3. Données recueillies :

3.1. Variables décrivant les équipes :

Chaque équipe était composée de praticiens issus d'un même service avec un médecin senior titulaire d'un DES en médecine d'urgence, en anesthésie réanimation ou d'un DESC en Réanimation médicale, d'un interne en cours de DES en médecine d'urgence, anesthésie réanimation ou médecine intensive-réanimation, d'un étudiant médical de second cycle, d'un IDE et d'un aide-soignant. La participation de chaque individu était basée sur le volontariat, après signature d'un document de consentement à la participation d'une étude et d'un formulaire de droit à l'image.

Les données concernant les caractéristiques des équipes ont été relevées au moyen d'un

questionnaire semi quantitatif remis aux équipes avant la séance de simulation (Annexe 2).

Les données suivantes ont été recueillies :

- Spécialité d'exercice de l'équipe (AR, MIR ou MU) définie par la spécialité d'exercice du duo senior/IDE.
- Ancienneté du leader (analysée en 2 groupes de part et d'autre de la médiane observée dans notre échantillon : plus ou moins 1 an depuis obtention du DES).
- Ancienneté de collaboration (analysée en 2 groupes de part et d'autre de la médiane : plus ou moins 1 an d'expérience commune du leader et de l'IDE dans le même service)
- Fréquence de collaboration du leader et de l'IDE dans la même unité/ même service de garde (analysée en 2 groupes de part et d'autre de la médiane, plus ou moins d'une fois par mois).
- Participation d'une équipe complète ou non (définie par les 5 membres présents : Leader, interne, IDE, AS et étudiant en second cycle d'études médicales).
- Modalités du briefing reçu par l'équipe avant le début du scénario (analysées en 2 groupes : briefing informant l'équipe de l'impossibilité de réaliser une AET ou Briefing non informatif sur ce point)

3.2. Variables de survenue et de délai des événements/gestes techniques :

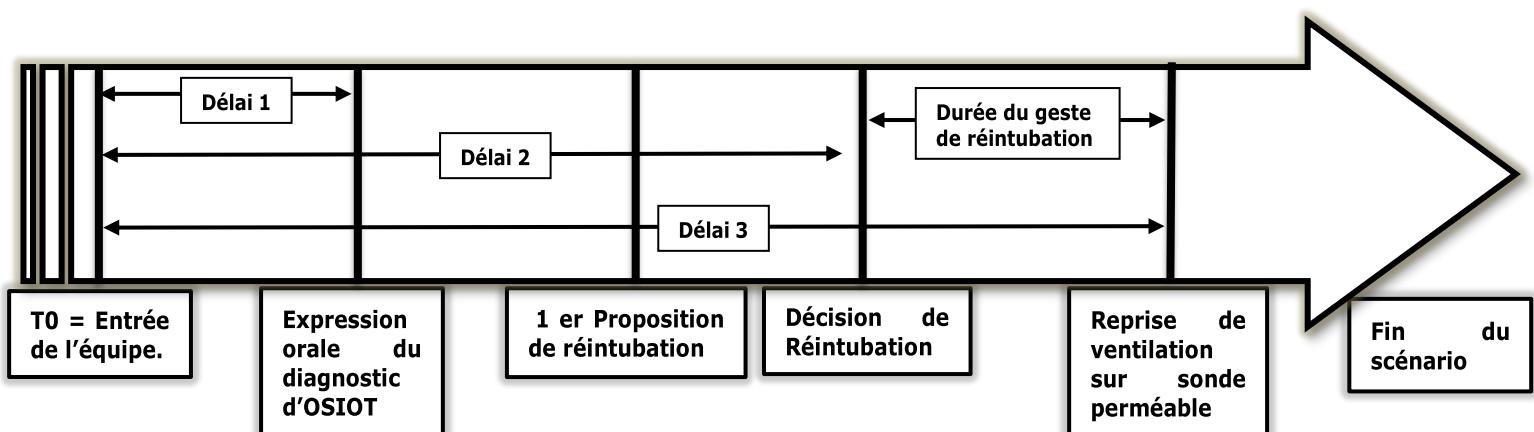


Figure IV-1 : Exemple de déroulé des étapes dans un scénario de simulation et représentation des délais d'intérêts.

L'ordre des étapes peut varier selon les équipes. La première proposition de réintubation est un événement optionnel.

La sélection des variables pertinentes est issue d'une revue de la littérature, associée à une analyse primaire d'un échantillon de 33% des enregistrements vidéo de scénario d'OSIOT (Annexe 3). Cette analyse avait pour but de recenser de façon systématique les actes réalisés par les équipes expertes au cours de la simulation.

Une seconde analyse portant sur l'ensemble des enregistrements vidéo de scénario d'OSIOT a

ensuite été réalisée par l'auteur de cette thèse, permettant de compléter notre base de données.

L'occurrence des évènements suivants ont été enregistrés ainsi que pour certains leur délai de survenue. (les délais sont exprimés en seconde, avec T0 défini comme l'entrée de l'équipe dans la salle de simulation) :

- Réalisation d'un « acte de première ligne » :
 - o Analyse clinique (ampliation thoracique et /ou auscultation)
 - o Première interaction analytique ou modification des paramètres du ventilateur (majoration FiO₂, majoration Pmax, analyse Courbe pression et/ou volume)
 - o Première aspiration endotrachéale (AET)
- Réalisation d'actes définis comme « actes Instrumentaux » :
 - o Ventilation BAVU.
 - o Laryngoscopie diagnostique.
 - o Fibroscopie bronchique.
 - o AET supplémentaire après la première.
 - o Utilisation d'un mandrin rigide pour cathétérisation de la sonde d'intubation.
- **Durée avant expression orale du diagnostic d'OSIOT (délai 1) :**
 - o Description associée de l'acte déclenchant l'expression orale du diagnostic (classé en actes de première ligne, actes instrumentaux, et post extubation (sur analyse visuelle de la sonde obstruée)).
- Première proposition de réintubation : expression par un quelconque membre de l'équipe de la possible nécessité de changement de sonde d'intubation, non suivie d'une prise de décision immédiate.
- **Durée avant expression orale de la prise de décision de réintubation (délai 2) :**
 - o Description associée de l'acte déclenchant l'expression orale de la prise de décision (classés en actes instrumentaux et en actes de première ligne).
- **Durée avant remplacement sonde d'intubation et contrôle des voies aériennes supérieures (délai 3) :**
 - o Le contrôle ou sécurisation des voies aériennes est défini par le remplacement de la sonde d'intubation obstruée par une sonde perméable associée à la reprise d'une ventilation efficace (BAVU ou ventilateur).
- Description de la procédure de réintubation :
 - o Par une durée (délai entre la prise de décision de réintubation et le contrôle des voies aériennes supérieures).
 - o Par son caractère difficile (défini par plus d'un opérateur nécessaire et/ou utilisation d'un mandrin béquillé et/ou d'un vidéo laryngoscope et /ou besoin de plus de 2 laryngoscopies).

Les équipes n'ayant pas réalisé d'aspiration endotrachéale et ou n'ayant pas exprimé le diagnostic ont été inclus dans l'analyse statistique par une imputation d'un délai de 703 secondes à chaque événement non réalisé. Ce chiffre a été arbitrairement choisi et est égal au délai le plus long observé parmi les 24 équipes pour le contrôle des VAS (délai 3).

3.3. Variables de communication :

La première aspiration endotrachéale étant un acte clé dans l'appréhension de la situation d'OSIOT, la communication entre l'opérateur réalisant l'AET et le leader a été analysée :

- Retour d'information (feedback) de l'opérateur vers le leader après la première aspiration endo trachéale :
 - o Feedback informatif : « aspiration bloquée » ou équivalent.
 - o Feedback non informatif : tout autre feedback oralement exprimé ne portant pas d'information sur la présence d'un obstacle au passage de la sonde d'aspiration.
 - o Absence de Feedback : absence de retour oral fait après la première AET et/ ou absence de réalisation d'une aspiration endotrachéale.

4. Analyse statistique :

4.1. Plan d'analyse utilisé :

- Dans un premier temps pour répondre à l'objectif principal, analyse fréquentielle descriptive des variables décrites en paragraphe III-B.
- Dans un second temps pour répondre à l'objectif secondaire :
 - o Recherche de corrélation entre l'expérience commune du couple Leader IDE, expérience du leader, fréquence de collaboration et les délais 1,2 et 3.
 - o Recherche de corrélation entre la spécialité d'exercice et la durée du geste de réintubation.
 - o Recherche de corrélation entre le délai de la première AET et les délais 1,2 et 3.
 - o Recherche de corrélation entre la nature de l'acte déclenchant le diagnostic et les délais 1,2 et 3.
 - o Recherche de corrélation entre la nature de l'acte déclenchant la décision de réintubation et les délais 1,2 et 3.
 - o Recherche de corrélation entre le timing de l'expression du diagnostic d'OSIOT (avant ou après réintubation) et les délais 1,2 et 3.
 - o Recherche de corrélation entre modalité de feedback après la première AET et les délais 1,2 et 3.
 - o Analyse du feedback après la première AET (Informatif Vs Non informatif ou absent) et de sa corrélation entre les délais 1,2 et 3.
 - o Recherche de corrélation entre le nombre de gestes instrumentaux réalisés et les délais 1,2 ou 3.

4.2. Description des outils statistiques utilisés :

L'analyse statistique a été réalisée à partir du logiciel de statistique X via son outil intégré à Excel (XLSTAT) pour l'analyse fréquentielle et les tests statistiques de comparaison de médianes. La génération des graphiques et des tests statistiques a été réalisée grâce au site Web « pvalue.io » (interface en ligne et en libre accès pour X) et Excel.

- Dans un premier temps : analyse descriptive fréquentielle des différentes actions diagnostiques et thérapeutiques observées, exprimées en médianes et quartiles.
- Dans un second temps : tests de comparaison de médianes et de corrélation entre les variables d'équipes, la réalisation d'actes de seconde ligne, la réalisation d'actes instrumentaux, et les délais 1,2 et 3.

La plupart des tests utilisés étaient des tests non paramétriques devant la faible taille de notre échantillon. (test de Mann-Whitney pour comparaison entre deux groupes, test de Kurskall Wallis pour comparaison entre trois groupes ou plus, test de Welch pour les rares comparaisons entre groupes de distribution normale, test de Pearson pour les analyses de corrélation entre variables quantitatives).

RÉSULTATS

1. Description des équipes :

Les détails sur les données issus des équipes sont résumés dans le tableau IV -1

Service d'exercice de l'équipe	n	Pourcentage
Anesthésie réanimation	10	41,67%
Médecine intensive Réanimation	8	33,33%
Médecine d'urgence	6	25,00%
Modalité du Briefing fourni aux équipes	n	
Briefing Informatif	11	45,83%
Briefing non informatif	13	54,17%
Expérience du senior depuis la validation du DES	n	
< 1 an	10	41,67%
> 1 an	14	58,33%
Ancienneté de collaboration Leader -IDE	n	
< 1an	12	50,00%
>1 ans	12	50,00%
Fréquence de Collaboration Leader - IDE	n	
< 1 fois par mois	10	41,67%
> 1 fois par mois	14	58,33%
Equipe complète	n	
Non	4	16,67%
Oui	20	83,33%

Tableau 1 : Description des caractéristiques des équipes participants à l'étude (N= 24)

2. Descriptions des actes réalisés :

2.1. Réalisation des actes de première ligne :

L'auscultation pulmonaire est réalisée dans 91,7 % des cas. L'ampliation thoracique n'est recherchée que dans 16,7 % des cas. Cette première analyse clinique survient dans un délai médian de 36 secondes (IQR 25-51 sec).

L'analyse des P crêtes n'est réalisée que dans 58.3 % des cas. La majoration de l'alarme de Pmax n'est réalisée que dans 29.2% des cas. La majoration de la FiO2 est réalisée dans 87,5

% des cas. L'analyse et/ou l'interaction avec le ventilateur sont réalisées dans un délai médian de 28 secondes IQR [6-44 sec].

2.1.1. Première aspiration endotrachéale :

Une aspiration endotrachéale est réalisée dans 79,5% des cas et donc 20,5 % des équipes ne réalisent aucune AET. La première AET lorsque réalisée (n=19), l'est dans un délai médian de 43 secondes [IQR 27-92 sec]. Elle est réalisée par l'IDE dans 63,2 % des cas, par l'interne dans 26,3% des scénarii.

Quand une AET est réalisée, un retour d'information pertinent indiquant la présence d'un obstacle ou d'une obstruction de la sonde d'intubation n'est observé que dans 52,6 % des cas. Le feedback n'est pas informatif dans 31% des cas (n=6), et il est absent dans 15,8 % des cas (n= 3). **Au total, en prenant compte les équipes ne réalisant aucune AET, un feedback informatif n'est présent que pour 41 % des équipes.**

Une ou plusieurs aspirations supplémentaires sont réalisées par 9 équipes/24, dont 2 après un premier feedback informatif.

2.2. Réalisation des actes instrumentaux :

50 % des équipes réalisent une ventilation au BAVU. Le contrôle du ballonnet ou du circuit de ventilation est réalisé par respectivement 33,3% et 33,3 % des équipes, une laryngoscopie diagnostique est réalisée avant le geste de réintubation par 29,2 % des équipes. Une fibroscopie bronchique est demandée par 29,2 % des équipes, réalisée dans seulement 16,7 % des cas. Une radiographie thoracique est demandée par 58,3 % des équipes, analysée dans 33,3 % des cas.

Au total, une seule équipe sur 24 n'a réalisé aucun geste instrumental. Le nombre de gestes instrumentaux réalisés était en moyenne de 1,8 par équipe (médiane 2, [1-2]). Les gestes

instrumentaux les plus souvent réalisés sont la ventilation au BAVU (effectuée par 50 % des équipes) et une ou plusieurs AET supplémentaires (37% des équipes).

3. Description des délais 1,2 et 3 et des facteurs associés :

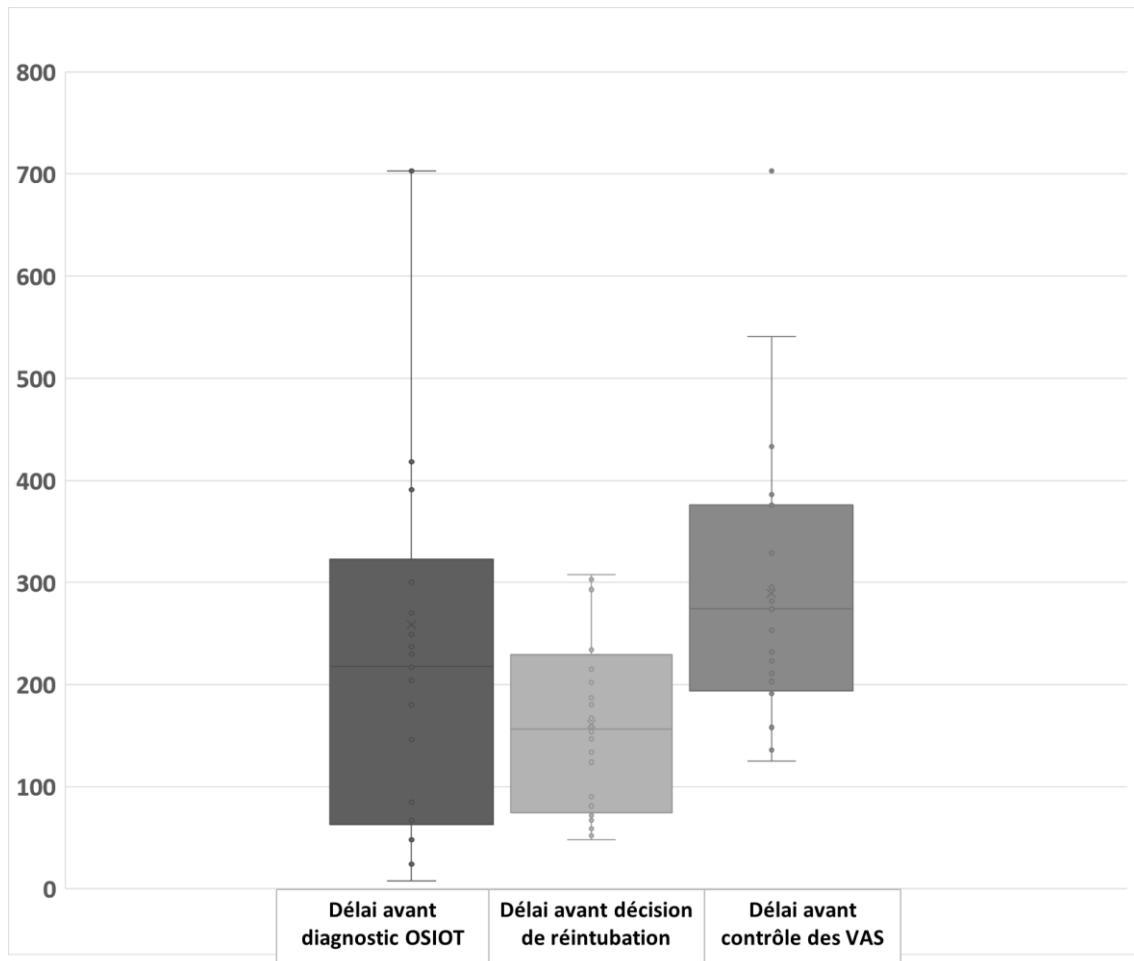


Figure V-1 : Distribution temporelle (en seconde) avant Délai 1, 2 et 3

La distribution des délais avant décision de réintubation, avant contrôles des voies aériennes supérieures et avant le diagnostic d'OSIOT est résumé dans la figure V-1 et dans le tableau 2. Le délai avant l'expression du diagnostic d'OSIOT est en médiane plus long que le délai avant décision de réintubation car 30 % des équipes ont exprimé le diagnostic après la réintubation, par l'observation de la sonde d'intubation obstruée.

	Moyenne ± écart type	médiane [Q25-75]	Durée minimale	Durée Maximale	Nb d'équipe chez qui l'occurrence a été observée
Délai avant 1 ^{ere} analyse clinique	48.0s ± 42.2	36.0s [25.0; 50.5]	9s	203s	23\$
Délai avant 1 ^{ere} aspiration endotrachéale	192s ± 270	63.0s [31.0; 120]	10s	703s (130s) *	24
Délai avant Diagnostic d'OSIOT (Délai 1)	259s ± 232	218s [62.8; 323]	8s	703s (418s) *	24
Délai avant 1 ^{ere} proposition de réintubation	109s ± 78.8	71s [47.5; 146]	43s	302s	11**
Délai avant décision de réintubation (Délai 2)	161s ± 86.8	156s [78.8; 220]	48s	308s	24
Délai avant contrôle des VAS (Délai 3):	289 s ± 137	274s [198 ; 352]	125s	703s	23\$\$

Tableau 2 : Délais, en secondes, des différentes étapes de prise en charge.

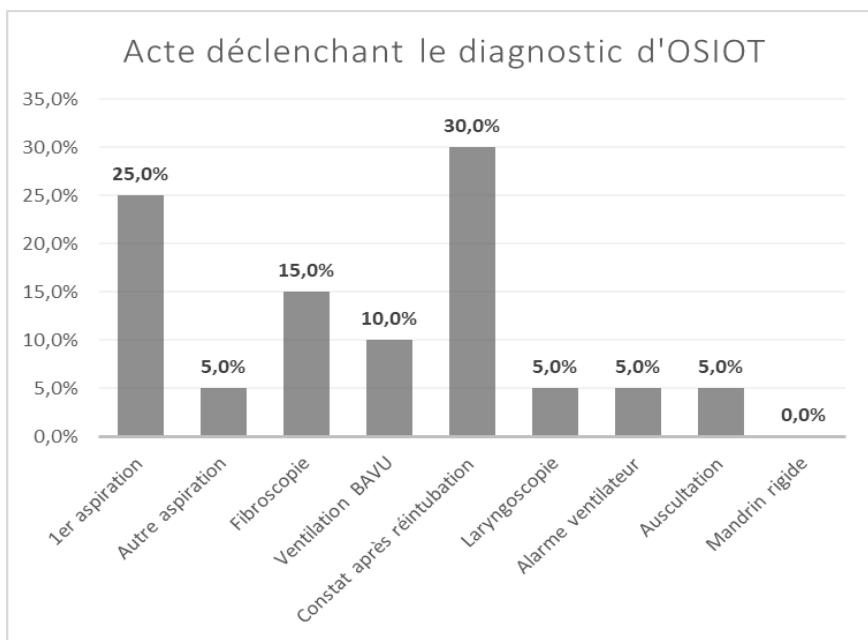
\$: 1 équipe n'a pas réalisé d'analyse clinique,

\$\$: une équipe pour laquelle le délai avant contrôle des VAS n'était pas mesurable en lien avec une défaillance technique de l'enregistrement. (changement de sonde non enregistré).

** : Nombre d'équipes pour lesquelles la première proposition ne conduit pas à la prise de décision.

* : Durées maximales constatées par les équipes ayant réalisé la première AET/ exprimé le diagnostic.

3.1. Facteurs associés au diagnostic exprimé d'OSIOT :



Le diagnostic d'OSIOT est posé dans un délai médian de 170 secondes [IQR 5 ; 240]. Il est réalisé dans 65 % des cas par le séniior, dans 25 % des cas l'interne et 10 % des cas l'IDE. Le déclencheur du diagnostic d'obstruction de sonde d'intubation est un acte de

Figure V-2 : Acte déclenchant le diagnostic d'OSIOT première ligne dans 35% des cas (la première aspiration dans la plupart des cas), et un acte instrumental dans 35 % des cas. Dans 30 % des cas, le diagnostic de certitude n'est exprimé qu'après la réintubation, et cette dernière est donc réalisée sans certitude diagnostique. (Fig.

V-2). 4 équipes n'ont exprimé le diagnostic d'OSIOT à aucun moment, y compris après réintubation. Ainsi dans 46 % des équipes la réintubation a été effectuée sans diagnostic préalable.

3.2. Facteurs associés à la prise de décision de réintubation :

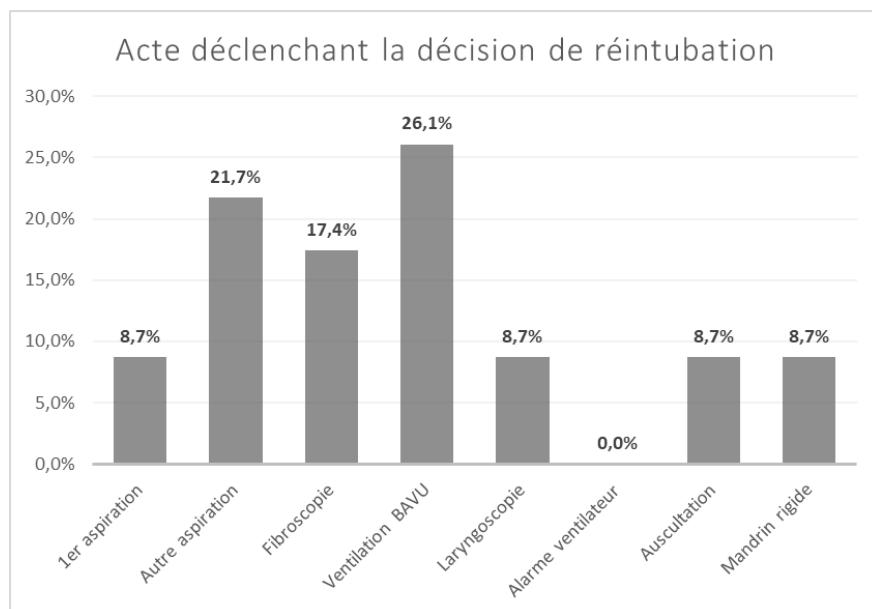


Figure V-3 : Acte déclenchant la décision de réintubation

La décision de réintubation est prise par le leader dans 78% des cas, et par l'interne dans 21,7 % des cas. Une seule équipe n'a pas spontanément pris la décision de procéder à une réintubation (nécessité de réintubation indiquée par un facilitateur à 308

secondes, ce qui en fait le délai avant décision le plus important de toutes les équipes de cette étude.

Le déclencheur de la décision de réintubation est un acte de première ligne dans seulement 17% des cas, (1^{ère} aspiration dans la moitié des cas, après auscultation dans l'autre moitié) et nécessite la réalisation d'un acte de seconde ligne dans 83 % des cas (en majorité après une aspiration endotrachéale supplémentaire ou une tentative de ventilation au BAVU).

3.3. Facteurs associés au contrôle des voies aériennes supérieures :

Le geste de réintubation est réalisé par l'interne dans 75 % des cas et par le sénier dans 25 % des cas.

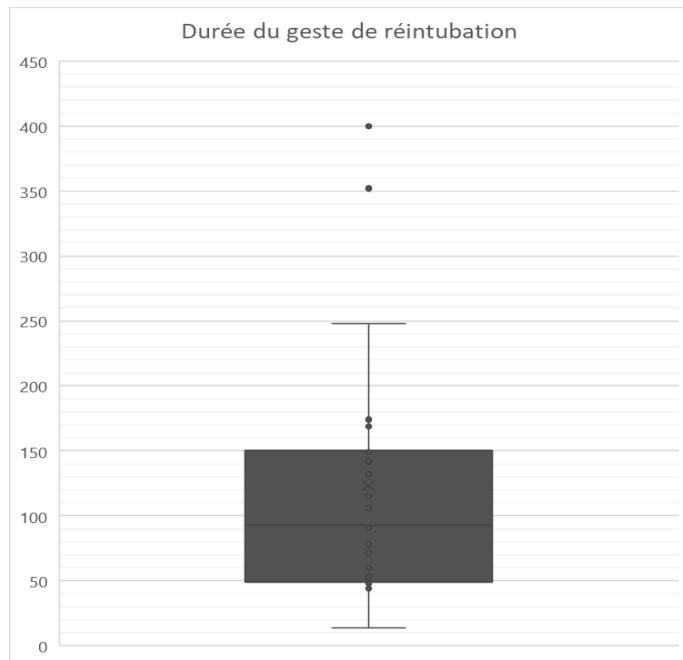


Figure V-4 : Distribution temporelle (en secondes) de la durée de geste de réintubation (Chaque point représente une équipe)

La durée médiane entre la décision de réintubation et le contrôle des voies aériennes supérieures (ou durée du geste de réintubation) est de 93 secondes [IQR 51 ; 149] (moyenne de 123s ± 97, allant de 14 à 400 s) (Fig.V-4).

Le geste de réintubation est qualifié de difficile chez 5 équipes, bien qu'aucun réglage spécifique du mannequin n'ait été effectué pour compliquer l'intubation. Si le temps médian du geste d'intubation était

discrètement plus long parmi ce sous-groupe (146 secondes, [IQR 133 ;154]) la différence n'était pas significative par rapport au reste de la cohorte, de même que le temps médian avant contrôle des VAS (médiane de 238 secondes, [IQR 215 ;260]).

4. Facteurs associés au délai avant contrôle des VAS :

Tous les résultats sont résumés dans le tableau joint en Annexe VI.

4.1. Caractéristiques de l'équipe :

4.1.1. Ancienneté et expérience :

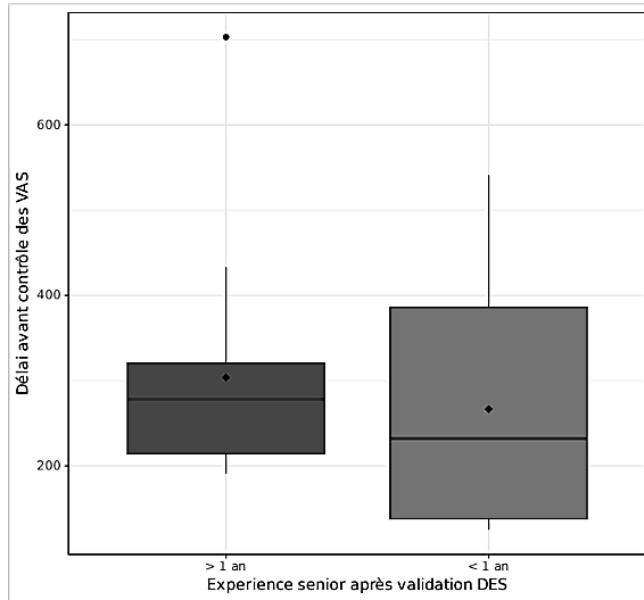


Figure V-7 Délai avant contrôle des VAS selon l'expérience du leader

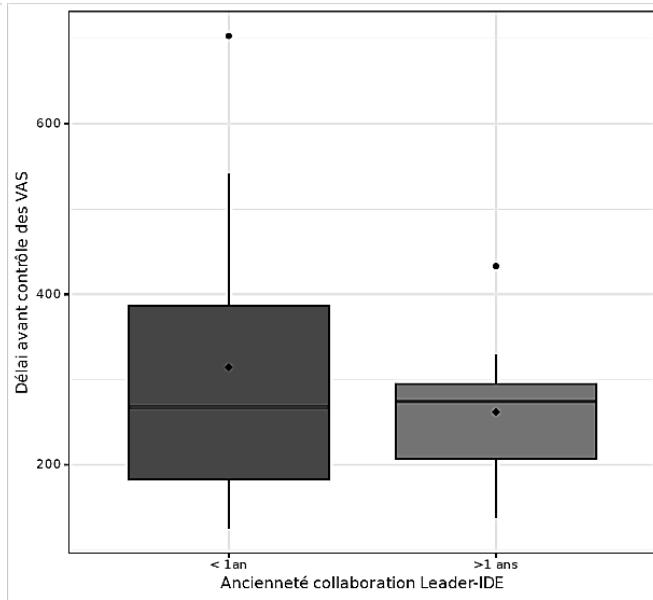


Figure V-6 Délai avant contrôle des VAS selon l'ancienneté de collaboration Leader-IDE

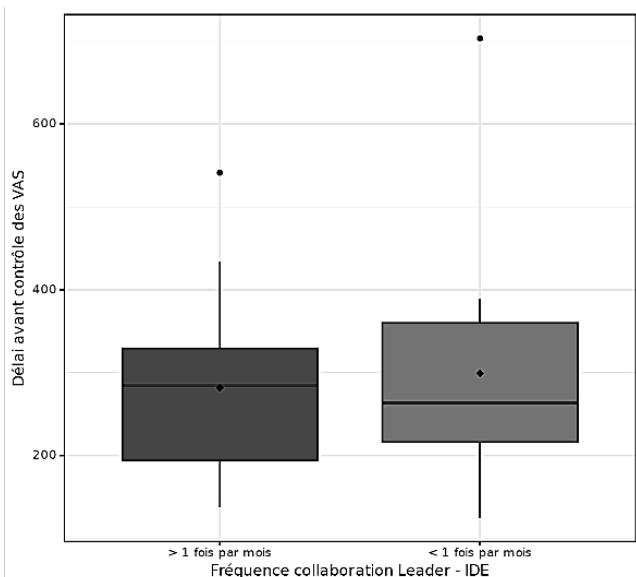


Figure V-5 Délai avant contrôle des VAS selon la fréquence de collaboration Leader-IDE

Il n'y avait pas de différence significative sur le « délai avant contrôle des voies aériennes supérieures » en fonction de l'expérience du senior, ou du couple senior-IDE. (Fig.V-5,6,7). Selon les mêmes paramètres, il n'existe pas de différence significative sur le délai avant décision de réintubation ou le délai avant l'expression du diagnostic d'OSIOT.

4.1.2. Spécialité d'exercice du Leader :

Si la spécialité d'exercice n'est pas associée de façon significative au délai avant contrôle des VAS (Fig.V-9), de légères différences apparaissent entre les groupes. Ces différences sont

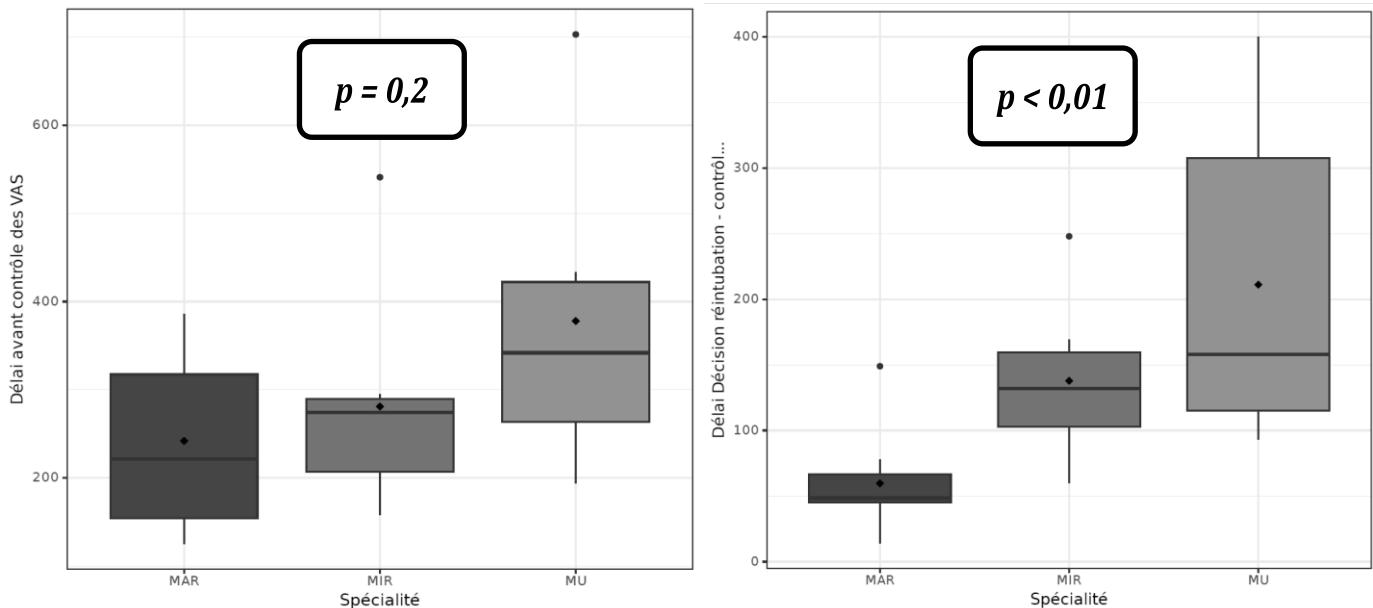


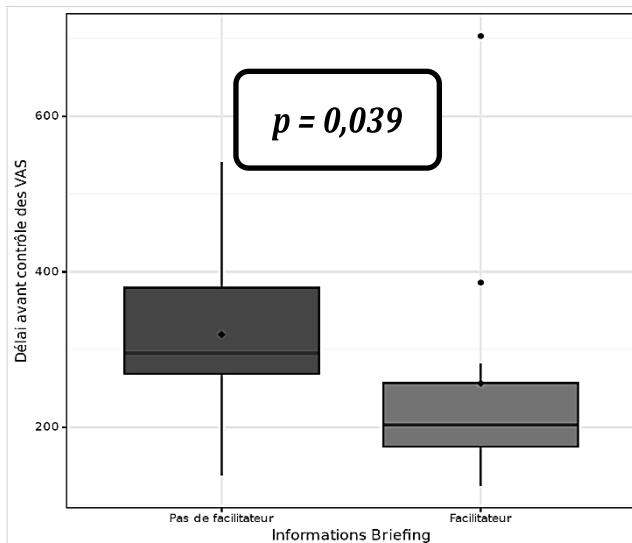
Figure V-9 : Délai avant contrôle (en secondes) des VAS selon spécialité d'exercice.

Figure V-8 Durée du geste de réintubation selon la spécialité d'exercice.

probablement expliquées par l'existence d'une différence statistiquement significative de la durée du geste de réintubation selon la spécialité d'exercice (Kruskall Wallis, $p < 0,01$) avec une durée significativement plus courte dans le sous-groupe « MAR », en comparaison au sous-groupe « MIR+MU » (MAR : 59,7 secondes [45.25-66.5] Vs MIR/MU : 171 secondes [106-174], $p<0,001$). (Fig V-8)

4.1.3. Modalités du briefing initial :

La modalité du briefing initial avait un impact statistiquement significatif sur le délai avant contrôle des VAS, ce délai étant plus court lorsque l'information d'un échec ou d'un obstacle à



l'aspiration endotrachéale était fournie lors du briefing ou par un facilitateur à l'entrée de l'équipe dans la salle de simulation (203 [174 ; 257] vs 295 [269 ; 379], p=0.039) (Fig.V-10). En revanche, aucune différence n'était notée sur le délai avant réintubation ou le délai avant l'expression diagnostic d'OSIOT

Figure V-10 : Délai avant contrôle des VAS selon (Tableau 3). présence ou non d'un facilitateur.

	Délai avant décision réintubation (sec)		Délai avant diagnostic de sonde bouchée (sec)	
Pas de facilitateur n=13	159 [124 ; 215]	Welch p=0.72	180 [48.0; 249]	p=0.16
Facilitateur indiquant un échec d'aspiration n=11	154 [69.5; 210]		237 [144 ; 547]	

Tableau 3 : Impact de la présence d'un facilitateur sur les délais 1 et 2 (exprimés en secondes)

4.2. Actes réalisés et association avec les délais 1,2, et 3 :

4.2.1. Impact de l'acte déclencheur de la décision de réintubation sur le délai avant contrôles des VAS :

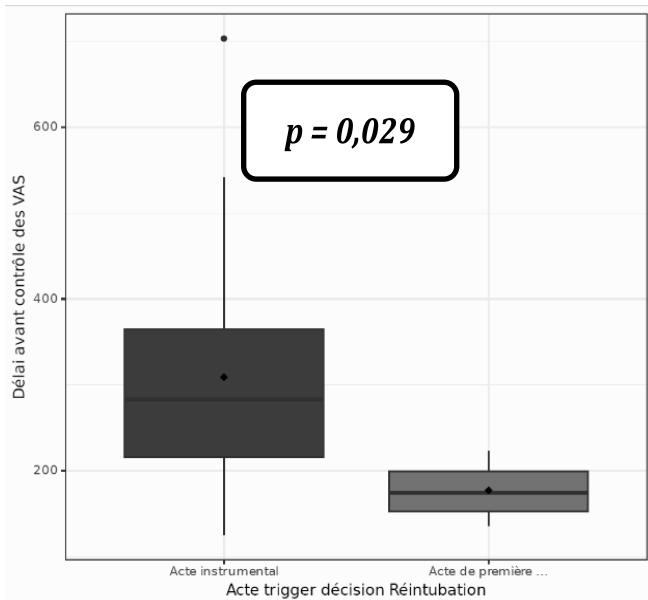


Figure V-11 : Délai avant contrôle des VAS selon l'acte déclenchant la décision de réintubation

Une décision de réintubation déclenchée par un acte de première ligne ($n=4$) (première aspiration endotrachéale, auscultation, interprétation des courbes du ventilateur) est associée à un délai médian avant contrôle des VAS significativement plus court que quand la décision d'intubation est déclenchée par un acte instrumental ($n=19$) (174 [152; 199] VS 283 [216; 364] ; $p = 0.029$)

(Fig.V-11), ainsi qu'à un délai avant décision de réintubation significativement plus court 63.0 [57.8; 72.8] vs 167 [129; 224], $p = 0.021$).

4.2.2. Temporalité du diagnostic par rapport à la réintubation :

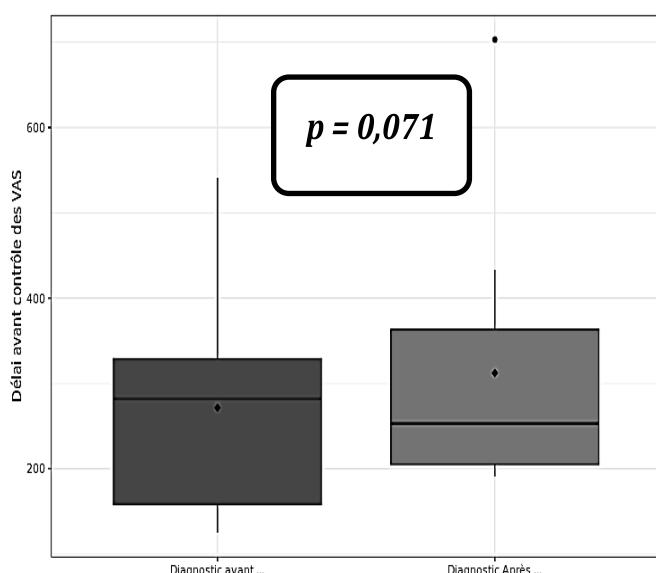


Figure V-12 : Délai avant contrôle des VAS selon l'expression du diagnostic avant ou après la réintubation

14 équipes ont procédé à une réintubation après avoir exprimé le diagnostic d'OSIOT, et 10 équipes n'ont pas exprimé le diagnostic ($n=4$) ou l'ont exprimé seulement après la réintubation (constat d'un obstacle mécanique dans la sonde retirée). Le fait d'exprimer le diagnostic avant ou après la réintubation n'est pas associé à un délai plus long avant contrôles des VAS (Fig.V-12), ou avant la prise de décision de réintubation.

Au total, 40 % de notre cohorte a procédé au changement de sonde d'intubation sans certitude diagnostique.

4.3. Communication autour de la première aspiration endotrachéale :

	Feedback informatif (n = 10)	Feedback non informatif (n = 6)	Pas d'AET réalisée (n = 5)	Pas de feedback (n = 3)	n	p	test
Délai avant contrôle des VAS, moyenne (écart type)	214 (68.8)	419 (176)	309 (132)	253 (42.0)	23	0.059	Kruskal-Wallis

Tableau 4 : Délai avant contrôle des VAS selon la modalité de communication autour de la première AET

L'analyse de l'impact du retour d'information feedback après la première AET analysée comme une variable en 4 groupes (feedback informatif, non informatif, pas de feedback réalisé et

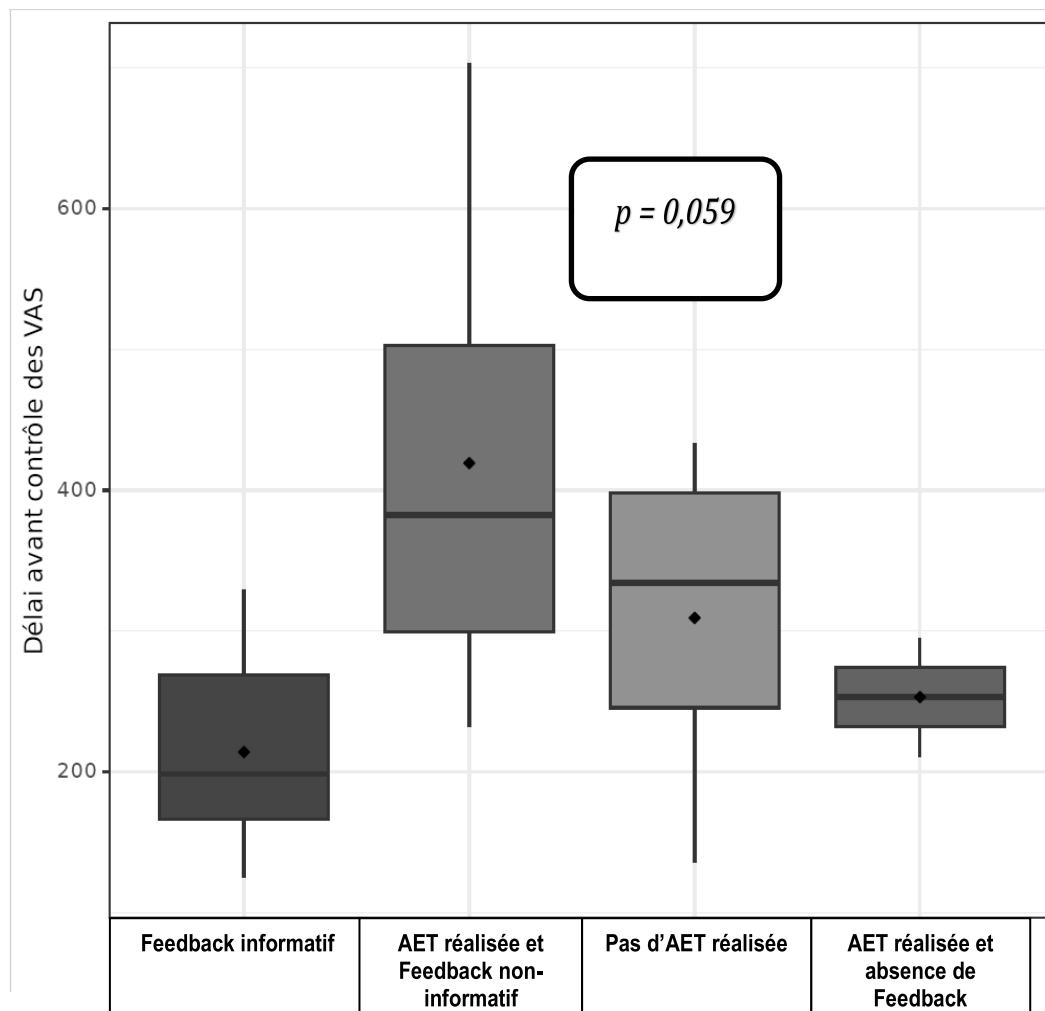


Figure V-13 : Délai (en secondes) avant contrôle des VAS selon la communication suivant la première AET

absence d'AET réalisée), permet de mettre en évidence une tendance non statistiquement significative à l'augmentation du délai avant contrôle des VAS dans le groupe pour lequel un feedback erroné ou non informatif est fourni au leader (Fig V-13).

Les équipes parmi lesquelles on note un feedback pertinent au décours de la première AET ne réalisent cependant pas moins de gestes instrumentaux que les équipes n'ayant pas proposé de feedback informatif ($p = 0.93$).

En groupant les données précédentes en deux groupes (feedback informatif Vs feedback

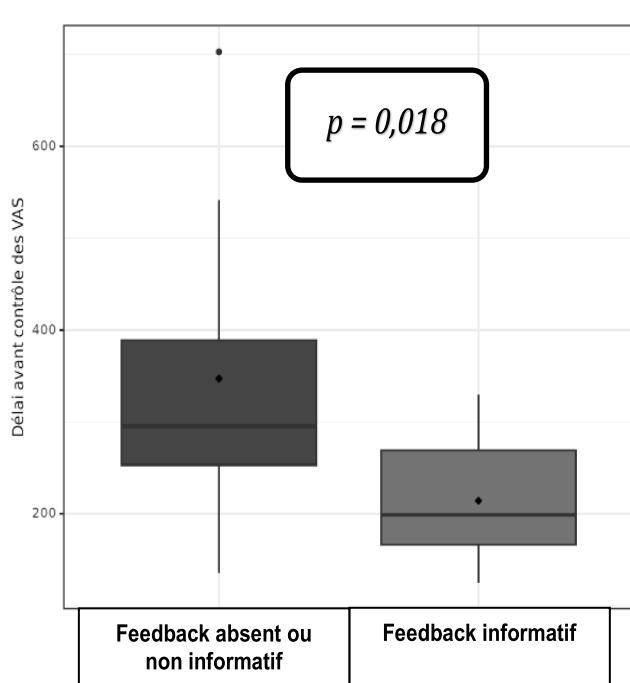


Figure V-14 Délai (en secondes) avant contrôle des VAS selon feedback après 1 er AET (n=24)

absent ou non informatif), le retour d'information (feedback) pertinent ($n=10$) après la première aspiration endotrachéale est significativement associé à un délai médian avant contrôle des VAS plus court (198 [166 ; 269] VS 295 [253 ; 389] ; $p= 0.018$) par rapport à une absence de feedback ou un feedback non pertinent ($n=14$) (Fig.V-14).

Cette différence significative persiste en excluant de notre analyse les groupes n'ayant pas réalisé d'AET ($p = 0,014$).

	Pas de Feedback/ Non informatif (n = 14)	Feedback informatif (n = 10)	n	p	test
Délai avant décision de réintubation, Médiane [Q25-75]	194 [150 ; 278]	98.0 [61.0; 149]	24	0.013	Welch
Délai Avant Diagnostic OSIOT, médiane [Q25-75]	260 [164 ; 411]	124 [32.8; 214]	24	0.06	Mann-Whitney

Tableau 5 : Délai 1 et 2 (en secondes) selon le feedback suivant la première AET

Il existait une tendance non statistiquement significative parmi les équipes ayant réalisé une AET, à un diagnostic plus précoce lorsque la première aspiration endotrachéale est suivie d'un feedback informatif, et il n'est pas à exclure que le manque de puissance lié à la petite taille de nos échantillons empêche d'atteindre le seuil de significativité. (Tab 5).

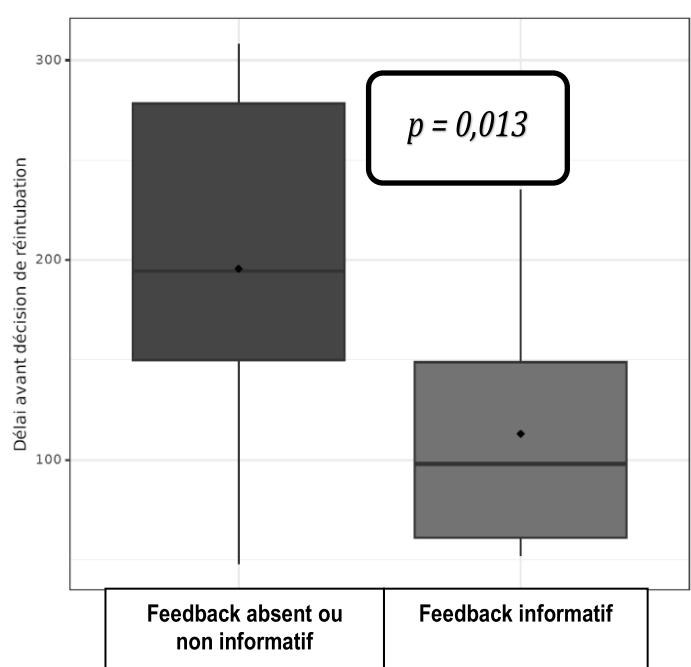


Figure V-15 : Délai (en secondes) avant décision de réintubation selon qualité du feedback après première AET ($n=24$)

DISCUSSION :

1. Principaux résultats :

Même si les données de la littérature mettent l'accent sur la valeur diagnostique de l'analyse des courbes du ventilateur associée à un examen clinique rapide (combinant auscultation pulmonaire à une recherche d'abolition des ampliations thoraciques), ces gestes sont inconstamment associés voire non systématiquement réalisés. L'augmentation des alarmes de Pmax sur le ventilateur, qui permet l'optimisation du volume délivré au patient en cas d'obstruction partielle de sonde d'intubation, n'est que rarement réalisée. De la même façon, l'AET, en tant que geste diagnostique et potentiellement thérapeutique, n'est pas systématique, et quand elle est réalisée, apporte dans moins de la moitié des cas une information pertinente au leader sur l'absence de perméabilité de la sonde. Lorsque ce feedback n'est pas pertinent, on note un doublement du délai avant décision de réintubation et un allongement de 50 % du délai avant contrôle des voies aériennes supérieures. Par ailleurs, dans 60% des cas, L'AET n'est pas suivie d'une décision de réintubation même lorsqu'elle permet de poser le diagnostic.

En conséquence, la prise de décision d'un remplacement de la sonde d'intubation reposait dans une majorité des cas sur la réalisation d'actes instrumentaux, entraînant un allongement du délai avant la réintubation, significatif non seulement sur le plan statistique mais également sur le plan clinique avec un quasi doublement du temps avant réintubation, retardant d'autant la mise en sécurité du patient.

L'importance de la certitude diagnostique dans la rapidité de prise en charge de l'OSIOT n'est en revanche pas évidente, le timing du diagnostic (avant ou après réintubation) et le geste déclenchant le diagnostic n'étant ni l'un ni l'autre des facteurs associés à un allongement du

délai avant le contrôle des VAS. Contrairement à la décision de réintubation, le diagnostic, quand il est exprimé, est en majorité déclenché par un acte de première ligne.

2. Problématiques mises en évidence dans la démarche diagnostique et thérapeutique :

Les résultats de notre étude semblent montrer qu'en pratique, la démarche diagnostique et thérapeutique n'est pas aussi homogène et optimale que le laisse supposer la relative constance des modalités de prise en charge rapportées par les case-reports sur les situations d'OSIOT.

D'abord, il est notable que les courbes et alarmes du ventilateur constituant la première interface permettant au clinicien d'évaluer la mécanique ventilatoire du malade, soient si peu utilisées par les équipes expertes de notre cohorte. Il est possible que l'analyse des courbes ait été réalisée par un membre de l'équipe sans être oralement exprimée, ce qui nous aurait conduit à sous-estimer la fréquence de l'analyse des courbes dans notre cohorte. Cependant, la faible fréquence de la majoration des limites d'alarmes de pressions de crêtes dans une situation d'OSIOT complète (avec absence de volume délivré et modifications caricaturales des courbes de pression et de volume), met en évidence que l'appropriation et l'interprétation des courbes du respirateur en situation aiguë est complexe et parfois insuffisante.

On note ensuite une dissociation temporelle entre l'expression du diagnostic d'OSIOT et la décision de réintubation, le diagnostic survenant dans presque la moitié des cas après la réintubation. Il est possible que le diagnostic ait été inconscient, ou alors conscient mais non exprimé oralement par le leader, et ait pu tout de même participer à la prise de décision. On peut imaginer également que dans certaines de ces situations, le leader ait pris par défaut la

décision de remplacer la sonde d'intubation, sans certitude que ce geste pouvait améliorer l'état du malade. Nos résultats montrent également que la démarche intellectuelle est complexe ne reliant pas directement diagnostic et action.

Comme rapporté par Kapadia & al, un suivi sur 10 ans d'un service de réanimation médicochirurgical en Inde mettait en évidence que 75 % des situations d'OSIOT nécessitaient le remplacement de la sonde d'intubation (59). En conséquence, Il aurait été attendu que le diagnostic d'OSIOT, quel que soit ses modalités, entraîne fréquemment, par une relation de cause à effet, la décision de réintubation, ce qui n'est pas ce que nous avons observé. Il est possible que malgré l'absence d'alternative à un remplacement de la sonde d'intubation devant une situation d'obstruction complète de sonde d'intubation orotrachéale, le risque associé à un remplacement de sonde d'intubation chez un patient de réanimation conduit le leader à vouloir confirmer sa décision de réintubation par un ou plusieurs gestes supplémentaires.

La réalisation d'un remplacement de sonde d'intubation chez un patient intubé, ventilé en urgence n'est en effet pas anodine. Heininger & al rapportent une incidence de remplacement de sonde d'intubation de 0,37% par patient et par jour, de ventilation mécanique invasive, dont plus de 55 % faisant suite à une OSIOT. 31 % des patients présenteront des complications durant la réintubation, le plus souvent une désaturation pouvant atteindre 49 % de SpO₂(60). Comme rappelé par Mosier & al, l'intubation en réanimation est un geste à haut risque de complication, et les facteurs de risques sont d'origines diverses (Fig VI-1). Une situation d'OSIOT, combinant une nécessité de réintubation rapide chez un patient instable, dans un contexte d'urgence ne permettant pas l'application des protocoles habituels d'intubation, est ainsi à risque fortement majoré de complication (61). Le clinicien exposé à une situation d'OSIOT pourra ainsi retarder la décision de réintubation devant la crainte d'une complication associée à ce geste, même si l'absence de réintubation est potentiellement tout aussi à risque pour le

patient. Mosier & al insistent par ailleurs sur la nécessité de mise en place « *de prise en charge basée sur des algorithmes permettant d'une part de soulager la charge cognitive pesant sur l'équipe de soin durant une intubation, et d'autre part d'améliorer la détection et de la gestion des complications secondaires* » (61). Nous pensons que le frein à la décision de réintubation par le leader peut être défini comme une de ces charges cognitives, recouvrant le concept d'aversion à l'incertitude issue de la théorie des jeux et du comportement économique (John von Neumann & Oskar Morgenstern) (62). Le risque de procéder à une réintubation étant non nul bien qu'incertain, la crainte qu'il y ait plus à perdre qu'à gagner à réintuber le patient pousse le clinicien à repousser sa décision, malgré le risque certain à ne pas agir. Ceci peut expliquer le fort recours à des gestes instrumentaux pour parvenir à une décision de réintubation.

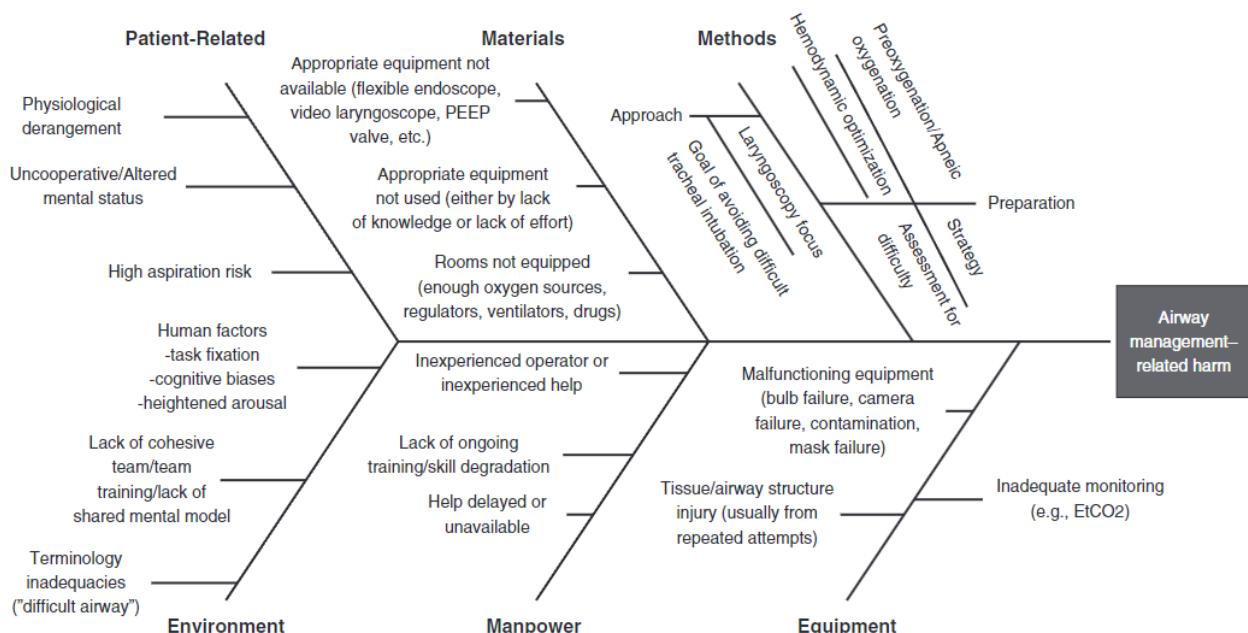


Figure VI-1 : Selon Mosier & al : diagramme représentant tous les facteurs présentant un risque de complication au cours d'un geste d'intubation.

La réalisation de gestes instrumentaux est ainsi quasi constante dans notre étude, l'utilisation du BAVU, la réalisation de multiples AET ou d'une fibroscopie bronchique étant les plus fréquemment observées. Dans l'algorithme proposé par Hosking (Fig.III-14) (38), la reprise de ventilation manuelle arrive très précocement dans l'algorithme décisionnel, ceci s'expliquant

par la présence de ballon de ventilation manuelle sur les ventilateurs d'anesthésie, permettant la reprise de ventilation manuelle sans débranchement du circuit, ce qui est impossible sur un ventilateur de réanimation. Pour cette raison, nous n'avons pas retenu la reprise de ventilation au BAVU comme un acte de première ligne mais comme un acte instrumental (impliquant le débranchement du circuit du ventilateur, non recommandé), lui privilégiant l'aspiration endotrachéale en milieu de réanimation. (40) . La constatation d'une impossibilité à ventiler au BAVU reste un signe très spécifique d'un obstacle des voies aériennes supérieures, bien qu'il ne permette pas de différencier un bronchospasme sévère d'une OSIOT ou d'un obstacle endotrachéal, contrairement à une AET bien réalisée.

Il faut rappeler que l'aspiration endotrachéale n'a pas une sensibilité parfaite pour la détection d'un obstacle dans la sonde d'intubation orotrachéale. Plusieurs case-reports rapportent des cas d'OSIOT pour lesquels l'AET n'a pas permis le retrait de l'obstacle endotrachéal, et pour lesquels l'opérateur ne notait aucune résistance à l'insertion. Un cas d'OSIOT est rapporté, lié à un fragment de gant déchiré (41), un autre en lien avec un bouchon muqueux distal provoquant un effet « valve antiretour » et laissant passer la sonde d'aspiration sans résistance (10). Cependant ces situations ne suffisent pas à notre sens à remettre en cause la primauté de ce geste dans l'algorithme décisionnel d'une situation de ventilation difficile ou impossible, suspecte d'OSIOT. La bonne réalisation du geste est cependant indispensable à sa performance diagnostique, cela étant souligné par la faible rentabilité de l'AET dans notre étude avec à peine une première AET sur deux apportant l'information qu'elle aurait dû produire.

Dans une situation de ventilation impossible avec échec d'amélioration de la ventilation du malade après une ou plusieurs AET, la réalisation d'une fibroscopie bronchique en seconde intention peut sembler pertinente dans certaines indications (36,38,10). Au cours de l'épidémie COVID 19, la fibroscopie bronchique était fréquemment utilisée parmi les patients atteints de

SARS COV -2. Bruyneel & al rapportent que parmi 90 fibroscopies bronchiques réalisées dans cette population, deux tiers avaient pour but le retrait d'obstacles bronchiques, permettant dans la moitié des cas le retrait d'obstacles muco-purulents le plus souvent situés au sein de la sonde d'intubation (64). Cependant, en situation d'OSIOT, le délai nécessaire à la réalisation de la fibroscopie ainsi que le risque d'échec et d'aggravation de l'hypoxémie restent un frein à son utilisation en première intention (63).

3. Communication autour de la première aspiration endotrachéale et impact défavorable d'un feedback non pertinent :

Les résultats de notre étude montrent que dans une situation d'OSIOT, la qualité de la communication autour de la première AET est associée à un délai plus court avant le contrôle des voies aériennes supérieures, et que malgré le caractère banal de la réalisation d'une AET chez un patient ventilé pour des équipes expertes en soins critiques, la qualité de l'information retirée de ce geste est extrêmement variable d'une équipe à l'autre. Si la présente étude n'était pas conçue pour mettre en évidence un lien de causalité entre la qualité de la communication autour du geste d'AET et la rapidité de prise en charge d'une OSIOT, il semble pertinent de mettre l'accent sur cette notion pour la mise en place d'un programme de formation par la simulation.

En effet, moins de la moitié des équipes sont capables d'identifier à l'aspiration l'obstruction de la sonde d'intubation et de l'exprimer clairement au leader, et cela a un impact majeur sur le délai de sécurisation des voies aériennes supérieures.

Une situation précise était particulièrement intéressante sur ce point : Au cours de la première aspiration endotrachéale, l'IDE réalisant le geste à la demande du leader n'apporte après l'aspiration aucune information pertinente du point de vue de la perméabilité ou non de la sonde d'intubation. Le leader prend en compte cette absence

d'information pertinente et sollicite immédiatement l'IDE pour une nouvelle AET, cette fois en stipulant les informations qu'il souhaitait recevoir (« l'aspiration ramène-t'elle des sécrétions ? », « la sonde d'aspiration peut-elle être introduite totalement ? »). La seconde AET réalisée immédiatement après a donc été informative et pertinente en répondant à ses 2 interrogations, et a permis au leader de confirmer le diagnostic d'OSIOT et de prendre la décision de réintubation. Ceci souligne l'importance de la formation à la communication entre le leader et l'opérateur lors d'un geste délégué de l'un à l'autre, en insistant sur l'expression claire de l'information attendue par le leader et l'expression claire de l'information recueillie après le geste par l'opérateur. De façon intéressante, il semble qu'un feedback non informatif ou erroné après la première AET tende à être associé à un délai avant contrôle des VAS encore plus long que quand aucune AET ou aucun feedback n'est réalisé, ce qui pourrait souligner l'impact majeur défavorable d'une communication erronée dans le processus de décision.

Cette organisation de communication entre membre d'une même équipe répond au concept de communication en boucle fermée ou CLC (Closed Loop Communication, Fig.VI-1) conçue pour réduire la perte d'information. D'abord développée dans le domaine de la communication militaire puis dans le domaine de l'aviation civile, secondairement étendue à un usage médical, elle a montré son efficacité dans la réduction de la survenue d'erreurs techniques (49, 50).

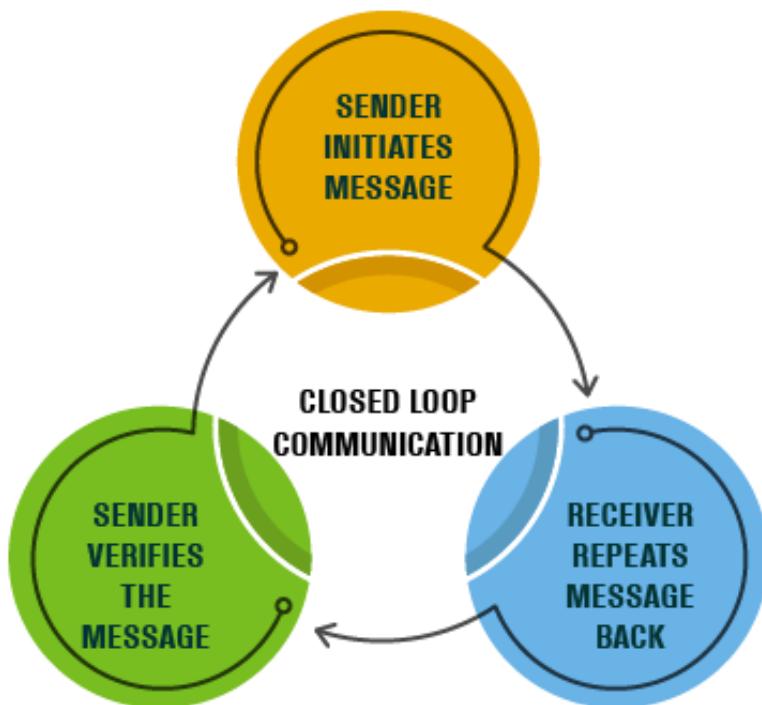


Figure VI-2 : CLC selon American Health Association

- 1) l'émetteur communique un message au destinataire prévu, en utilisant son nom si possible, 2) le destinataire accepte le message avec accusé de réception par confirmation verbale, en demandant des éclaircissements si nécessaire et 3) l'émetteur d'origine vérifie que le message a été reçu et correctement interprété, fermant ainsi la boucle. (47)

L'utilisation du concept de CLC parmi d'autres compétences non techniques est plus fréquente parmi les équipes présentant de meilleures performances (47,55), ce qui a pu être mis en évidence dans une étude de Siassakos & al, portant sur l'analyse vidéo du comportement de 19 équipes au cours d'une simulation médicale d'une situation clinique de prééclampsie. Les résultats de la présente étude vont dans le même sens, en retrouvant également une association entre performance et variable de communication.

4. Expérience et constitution des équipes :

L'impact de l'expérience individuelle et commune des équipes d'experts impliquées dans cette étude semble limité quand on regarde le critère de délai avant contrôle des VAS, qui est ici le plus pertinent cliniquement. La répartition des différentes spécialités recrutées dans notre

étude est proche de la démographie médicale réelle des réanimations françaises (46 % de médecin AR, 35 % de MIR (ou spécialiste d'organe titulaire d'un DESC) et 19 % de médecins urgentistes ou médecins généralistes de formation). La spécialité d'exercice n'avait pas d'influence sur les délais de prise en charge, hormis une différence sur la durée du geste de réintubation, significativement plus courte parmi les équipes avec une formation d'anesthésie, reflétant l'expertise de ce geste spécifique chez cette population.

L'expérience personnelle moyenne du leader était relativement équilibrée, de moins d'un an dans 9 cas/24, et de plus de 2 ans dans 9 cas/24. La population de médecins réanimateurs étudiée ici est en moyenne peu expérimentée avec plus de 65 % des leaders ayant moins de 2 ans d'expérience, ce qui est peu représentatif de la démographie médicale des réanimateurs français (dont 50 % ont plus de 43 ans, et 36 % plus de 50 ans) (38).

Il est possible que la population étudiée ici, d'expérience globalement faible et homogène, ait empêché de mettre en évidence un effet positif de l'expérience du leader sur la rapidité de prise en charge comme cela aurait pu être attendu. De plus, l'expérience spécifique de la simulation médicale haute-fidélité étant plus répandue parmi les jeunes médecins, cela pourrait introduire un biais favorable par rapport aux praticiens plus expérimentés qui sont moins habitués à la pratique de la simulation haute-fidélité.

5. Protocole de formation :

Si les résultats de notre étude ne permettent pas en l'état la conception d'un programme de formation, ils mettent en évidence des points importants qui pourraient permettre à un groupe d'experts de formuler des recommandations de formation théorique à la prise en charge de l'OSIOT en réanimation.

Dans un second temps, la consolidation pratique par simulation haute-fidélité permettrait la mise en place de cet apprentissage en situation sécurisée, avec évaluation précise des

compétences techniques et non techniques et le délai avant la reprise d'une ventilation efficace, qui est probablement le critère de qualité de prise en charge le plus adapté.

La pertinence de l'outil de la simulation pour améliorer les compétences techniques et non techniques des praticiens et la prise en charge des patients est débattue. Une étude monocentrique avant/après de Capella & al, évaluant la performance de prise en charge de patients réels de déchocage, avant et après un programme de formation par simulation, mettait en évidence une amélioration significative des performances cliniques (Délai avant IOT, arrivée au Scanner, ou avant arrivée au bloc opératoire) ainsi que des performances communicationnelles (évaluée par la grille Trauma Team Performance Observation Tool (Annexe 4), reprenant les éléments clés de la CLC) (53). Ces résultats ont été confirmés par une étude de Rosqvist & al, avec amélioration de la qualité de la communication évaluée par la grille T-NOTECHS (46) (Annexe 5) après une formation reposant sur 2 séances de simulation haute-fidélité (56). Une étude de Roberts & al a par ailleurs montré que les effets d'une formation théorique sur les compétences non verbales, suivie d'une séance de simulation immédiate, persistaient 3 semaines après la formation (57).

Cependant, les effets bénéfiques de la formation par la simulation et leur persistance dans la pratique de vie réelle ne sont pas systématiquement confirmés. Ainsi une étude de Härgestam & al montrait que la participation antérieure à au moins 2 séances de formation par la simulation, n'était pas associée à l'augmentation de l'usage de CLC au sein de 16 équipes expertes lors de simulations de déchocage in Situ. Les équipes ayant suivi préalablement au moins 2 cours théoriques sur la prise en charge clinique des déchocages montraient une fréquence d'utilisation de CLC plus importante que ceux n'en ayant suivi aucun (RR=3,17), ce qui pourrait suggérer qu'une meilleure connaissance technique préalable à l'évaluation améliore également les compétences non techniques au moment de l'évaluation (54).

6. Forces et limites :

Notre étude présente plusieurs limites. Un biais majeur de notre étude est la variabilité observée des informations fournies aux équipes avant le début de la simulation. Le protocole prévoyait que pour chaque équipe, un facilitateur soit présent dans la salle de simulation au début du scénario, orientant l'équipe vers une problématique en lien avec la perméabilité des voies respiratoires. Finalement, en lien avec les différences d'organisation des scénarii dans les différents centres de simulation, seulement 45 % des équipes ont bénéficié de cette facilitation, qui était associée à un délai significativement plus court avant le contrôle des VAS par rapport à ceux qui n'en ont pas bénéficié et on ne peut exclure que cela ait pu altérer nos résultats.

L'existence de déviation au protocole concernant les modalités du briefing des équipes, variable ayant un lien significatif avec le délai avant contrôle des voies aériennes supérieures, est susceptible d'introduire un biais. Malgré le caractère multicentrique de notre étude, le faible nombre d'équipes étudiées ne permettait pas la réalisation d'une analyse multivariée pour corriger les éventuelles interactions entre variables. Il faut noter que les données recueillies pour notre étude ne permettent pas de savoir si la perte d'information autour de la première AET est liée à un défaut de connaissance technique de l'opérateur (absence d'identification d'un obstacle au passage de la sonde d'aspiration) ou à un défaut de communication entre leader et opérateur (non-utilisation de boucles fermées de communication).

De plus, le design de notre étude ne prévoyait pas l'utilisation des outils validés (T-NOTechs ou TPOT) pour l'évaluation globale de la qualité de communication des équipes. La sélection des variables et l'analyse des vidéos ont été réalisées par une seule personne, et il est possible que le choix et le codage des différentes variables aient pu être influencés par la subjectivité de l'auteur. Nous avons essayé de minimiser ce biais en sélectionnant comme variables des actions pertinentes et fréquemment réalisées dans les situations d'OSIOT, et dont l'absence

ou la présence ainsi que le délai de survenue sont facilement identifiables par analyse vidéo. De plus, cette étude s'appuyant sur une évaluation par l'outil de la simulation, il n'est pas impossible que cela ait modifié le comportement des équipes par rapport à ce qui aurait pu être observé dans une situation clinique réelle.

CONCLUSION

L'obstruction complète de sonde d'intubation orotrachéale est, en tant qu'urgence diagnostique et thérapeutique une situation difficile à appréhender. La démarche thérapeutique adoptée par les équipes expertes au cours d'une simulation d'OSIOT est hétérogène, et est associée à un impact significatif sur la rapidité de prise en charge. La communication au cours de l'étape clé qu'est la première aspiration endotrachéale est également un déterminant essentiel de la rapidité de prise en charge.

Un feedback pertinent, indiquant la présence d'un obstacle à l'aspiration après la première AET sur sonde obstruée, semble déterminant dans la rapidité de prise en charge de l'OSIOT. Il semble souhaitable d'optimiser la formation via la simulation à la prise en charge de l'OSIOT, en accentuant notamment l'importance de la maîtrise technique des gestes de première ligne et la qualité du feedback après la première aspiration endotrachéale. Notre étude montre, qu'un programme de formation dédié, est probablement requis et nous espérons que les résultats de cette étude permettront aux experts de concevoir un programme de formation efficace.

BIBLIOGRAPHIE

- 1. Wiles S, Mireles-Cabodevila E, Neuhofs S, Mukhopadhyay S, Reynolds JP, Hatipoğlu U. Endotracheal Tube Obstruction Among Patients Mechanically Ventilated for ARDS Due to COVID-19: A Case Series. *J Intensive Care Med.* 1 mai 2021 ;36(5) :604-11.
- 2. Rubano JA, Jasinski PT, Rutigliano DN, Tassiopoulos AK, Davis JE, Beg T, et al. Tracheobronchial Slough, a Potential Pathology in Endotracheal Tube Obstruction in Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in the Intensive Care Setting. *Ann Surg.* août 2020;272(2): e63-5.
- 3. Sugimoto R, Kenzaka T, Fujikawa M, Kawasaki S, Nishisaki H. Humidifier Use and Prone Positioning in a Patient with Severe COVID-19 Pneumonia and Endotracheal Tube Impaction Due to Highly Viscous Sputum. *Cureus.* 15 juin 2020;12(6): e8626.
- 4. Lellouche F, Qader S, Taillé S, Lyazidi A, Brochard L. Influence of ambient temperature and minute ventilation on passive and active heat and moisture exchangers. *Respir Care.* mai 2014;59(5):637-43.
- 5. Jaber S, Pigeot J, Fodil R, Maggiore S, Harf A, Isabey D, et al. Long-term effects of different humidification systems on endotracheal tube patency: evaluation by the acoustic reflection method. *Anesthesiology.* avr 2004;100(4):782-8.
- 6. Doyle A, Mariyaselvam M, Wijewardena G, English N, Gent E, Young P. The simultaneous use of a heat and moisture exchanger and a heated humidifier causes critical airway occlusion in less than 24 hours. *Journal of Critical Care.* 1 août 2015;30(4): 863.e1-863.e3.
- 7. Kashiouris MG, Chou CD, Sedhai YR, Bitrus R, Churpek MM, Cable C, et al. Endotracheal Tube Size Is Associated with Mortality in Patients With Status Asthmaticus. *Respiratory Care.* 1 mar 2022;67(3):283-90.
- 8. Kuyper LM, Paré PD, Hogg JC, Lambert RK, Ionescu D, Woods R, et al. Characterization of airway plugging in fatal asthma. *Am J Med.* juill 2003;115(1):6-11.
- 9. Yoon S, Choo H, Kim SE, Kwon H, Lee H. A Reinforced Endotracheal Tube Completely Severed by a Patient Bite and Lodged in the Right Main Bronchus. *Korean J Crit Care Med.* févr 2017;32(1):70-3.
- 10. Andersen EB, Olsen KS. [An almost fatal airway obstruction caused by a secretion plug in an endotracheal tube]. *Ugeskr Laeger.* 15 déc 2014;176(25A): V01130073.
- 11. Kumar A, Khanna S, Mehta Y. An incidental finding of endotracheal tube obstruction at the level where inflation line enters into the tube. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2018;34(3):417-8.
- 12. Li H, Fu Q, Jin C. An unusual airway obstruction caused by partial detachment of inner layer of reinforced endotracheal tube. *Paediatr Anaesth.* sept 2016;26(9):943-4.

- 13. Hofstetter C, Scheller B, Hoegl S, Mack MG, Zwissler B, Byhahn C. Cuff overinflation and endotracheal tube obstruction: case report and experimental study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 8 avr 2010; 18:18.
- 14. Veronese S, Cutrone C, Innocente F, Ori C. [Endotracheal tube and tracheobronchial obstruction due to a large blood clot. Case report]. *Minerva Anestesiol.* juin 2002;68(6):561-5.
- 15. Gupta M, Shri I. Unusual case of endotracheal tube obstruction by caseous necrotic material. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2017;33(1):127-8.
- 16. Sehgal IS, Dhooria S, Bal A, Aggarwal AN, Behera D, Agarwal R. Obstructive Fibrinous Tracheal Pseudomembrane After Endotracheal Intubation. *Respir Care.* sept 2016;61(9):1260-6.
- 17. Gillies D, Todd DA, Foster JP, Batuwitage BT. Heat and moisture exchangers versus heated humidifiers for mechanically ventilated adults and children. *Cochrane Database Syst Rev.* 14 sept 2017;2017(9):CD004711.
- 18. Rumbak MJ, Walsh FW, Anderson WM, Rolfe MW, Solomon DA. Significant tracheal obstruction causing failure to wean in patients requiring prolonged mechanical ventilation: a forgotten complication of long-term mechanical ventilation. *Chest.* avr 1999;115(4):1092-5.
- 19. Park HJ, Park SH, Woo UT, Cho SY, Jeon WJ, Shin WJ. Unilateral pulmonary hemorrhage caused by negative pressure pulmonary edema: A case report. *World J Clin Cases.* 26 févr 2021 ;9(6) :1408-15.
- 20. Lacherade JC, Aubertin M, Cerf C, Van de Louw A, Soufir L, Rebufat Y, et al. Impact of Humidification Systems on Ventilator-associated Pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med.* 15 nov 2005;172(10):1276-82.
- 21- Shah C, Kollef MH. Endotracheal tube intraluminal volume loss among mechanically ventilated patients. *Crit Care Med.* janv 2004;32(1):120-5.
- 22. Kawati R, Vimlati L, Guttmann J, Hedenstierna G, Sjöstrand U, Schumann S, et al. Change in expiratory flow detects partial endotracheal tube obstruction in pressure-controlled ventilation. *Anesth Analg.* sept 2006;103(3):650-7.
- 23. Guttmann J, Eberhard L, Haberthür C, Mols G, Kessler V, Lichtwarck-Aschoff M, et al. Detection of endotracheal tube obstruction by analysis of the expiratory flow signal. *Intensive Care Med.* nov 1998;24(11):1163-72.
- 24. Kawati R, Lattuada M, Sjöstrand U, Guttmann J, Hedenstierna G, Helmer A, et al. Peak airway pressure increase is a late warning sign of partial endotracheal tube obstruction whereas change in expiratory flow is an early warning sign. *Anesth Analg.* mars 2005;100(3):889-93.
- 25. Yoon S, Choo H, Kim SE, Kwon H, Lee H. A Reinforced Endotracheal Tube Completely Severed by a Patient Bite and Lodged in the Right Main Bronchus. *Korean J Crit Care Med.* févr 2017 ;32(1) :70-3.

- 26. Lellouche F. Quelle technique d'humidification pour la ventilation invasive et noninvasive ? Réanimation. janv 2016 ;25(1) :35-55.
- 27. Lellouche F, Qader S, Taillé S, Lyazidi A, Brochard L. Influence of ambient temperature and minute ventilation on passive and active heat and moisture exchangers. Respir Care. mai 2014;59(5):637-43.
- 28. Lellouche F, Qader S, Taille S, Lyazidi A, Brochard L. Under-humidification and over-humidification during moderate induced hypothermia with usual devices. Intensive Care Med. juill 2006;32(7):1014-21.
- 29. Lellouche F, Taillé S, Maggiore SM, Qader S, L'Her E, Deye N, et al. Influence of Ambient and Ventilator Output Temperatures on Performance of Heated-Wire Humidifiers. Am J Respir Crit Care Med. 15 nov 2004;170(10):1073-9.
- 30. Miyao H, Hirokawa T, Miyasaka K, Kawazoe T. Relative humidity, not absolute humidity, is of great importance when using a humidifier with a heating wire. Crit Care Med. mai 1992;20(5):674-9.
- 31. Moran I, Bellapart J, Vari A, Mancebo J (2006) Heat and moisture exchangers and heated humidifiers in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome patients. Effects on respiratory mechanics and gas exchange. Intensive Care Med 32:524-31
- 32. Visaria RK, Westenskow DR. Model-based detection of partially obstructed endotracheal tube. Crit Care Med. janv 2005;33(1):149-54; discussion 249-250.
- 33. Johnson KM, Lehman RE. Acute Management of the Obstructed Endotracheal Tube. Respiratory Care. 1 août 2012;57(8):1342-4.
- 34. Schumann S, Lichtwarck-Aschoff M, Haberthür C, Stahl CA, Möller K, Guttmann J. Detection of partial endotracheal tube obstruction by forced pressure oscillations. Respir Physiol Neurobiol. 15 mars 2007;155(3):227-33.
- 35. Mietto C, Foley K, Salerno L, Oleksak J, Pincioli R, Goverman J, et al. Removal of endotracheal tube obstruction with a secretion clearance device. Respir Care. sept 2014;59(9): e122-126.
- 36. Pincioli R, Mietto C, Piriypatsom A, Chenelle CT, Thomas JG, Pirrone M, et al. Endotracheal Tubes Cleaned with a Novel Mechanism for Secretion Removal: A Randomized Controlled Clinical Study. Respir Care. nov 2016 ;61(11) :1431-9.
- 37. Ehrmann S, Guitton C, Aissaoui N, Terzi N, Capellier G, Vinsonneau C. Collège des Enseignants de Médecine Intensive Réanimation : Démographie des réanimations française, enquête 2021. Accessible à : <https://www.ce-mir.fr/UserFiles/File/national/documents/divers/rapport-enquete-demographique-cemir.pdf>
- 38. Hosking MP, Lennon RL, Warner MA, Gray JR, Masley P, DeLuca LA, et al. Endotracheal Tube Obstruction : Recognition and Management. Military Medicine. 1 oct 1989;154(10):489-91.
- 39 Heluain, P., Demailly, A., Fourrier, L. et al. Réanimation (2011) 20; 62-67

- 40. AARC Clinical Practice Guidelines (2010) Endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients with artificial airways. *Respiratory Care* 55; 758-64
- 41. Chouhan RS, Kumar M, Saran A, Mohammed S, Gupta S, Chopra K. An unexpected cause of endotracheal tube obstruction after routine tracheal suctioning. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2019 ;35(4):564-6.
- 42. Lebargy F., Wolkenstein P., Gisselbrecht M., et al. Pulmonary complications in toxic epidermal necrolysis: a prospective clinical study. *Intensive Care Med.* 1997 ; 23 :1237-1244.
- 43 De Prost N., Mekontso-Dessap A., Valeyrie-Allanore L., et al. Acute respiratory failure in patients with toxic epidermal necrolysis: clinical features and factors associated with mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 2014 ; 42:118-128.
- 44. Chang J, Kim TO, Yoon JY, Kho BG, Shin HJ, Kwon YS, et al. Necrotizing tracheobronchitis causing airway obstruction complicated by pandemic 2009 H1N1 influenza: A case report. *Medicine (Baltimore).* janv 2020;99(1): e18647.
- 45. Offenstadt, G., Bollaert, P., Mercat, A., Mira, J., ROBERT, R., S, F. Réanimation, 4th Edition. Elsevier Masson; 19000101. Retrieved from vbk://978229476499819000101. B. Maître, F. Schlemmer, J. Tran Van Nhieu, Fibroscopie bronchique et LBA en réanimation, Ch 87.
- 46. Bhangu A, Notario L, Pinto RL, Pannell D, Thomas-Boaz W, Freedman C, et al. Closed loop communication in the trauma bay: identifying opportunities for team performance improvement through a video review analysis. *CJEM.* 2022;24(4):419-25.
- 47. Salik I, Ashurst JV. Closed Loop Communication Training in Medical Simulation. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [cité 28 mars 2024]. Disponible sur : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549899/>
- 48. El-Shafy IA, Delgado J, Akerman M, Bullaro F, Christopherson NAM, Prince JM. Closed-Loop Communication Improves Task Completion in Pediatric Trauma Resuscitation. *J Surg Educ.* 2018;75(1):58-64.
- 49. Zhan C, Miller MR. Excess Length of Stay, Charges, and Mortality Attributable to Medical Injuries During Hospitalization. *JAMA.* 8 oct 2003;290(14):1868-74.
- 50. Burke C, Salas E, Wilson-Donnelly K, Priest H. How to turn a team of experts into an expert medical team: guidance from the aviation and military communities. *Qual Saf Health Care.* oct 2004 ;13(Suppl 1): i96-104.
- 51. Hayden EM, Wong AH, Ackerman J, Sande MK, Lei C, Kobayashi L, et al. Human Factors and Simulation in Emergency Medicine. *Academic Emergency Medicine.* 2018;25(2):221-9.
- 52. Abbott RL, Weber P, Kelley B. Medical professional liability insurance and its relation to medical error and healthcare risk management for the practicing physician. *Am J Ophthalmol.* déc 2005 ;140(6):1106-11.

- 53. Capella J, Smith S, Philp A, Putnam T, Gilbert C, Fry W, et al. Teamwork Training Improves the Clinical Care of Trauma Patients. *Journal of Surgical Education*. 1 nov 2010 ;67(6) :439-43.
- 54. Härgestam M, Lindkvist M, Brulin C, Jacobsson M, Hultin M. Communication in interdisciplinary teams: exploring closed-loop communication during in situ trauma team training. *BMJ Open*. 19 oct 2013 ;3(10): e003525.
- 55. Leadership of resuscitation teams: "Lighthouse Leadership" - PubMed [Internet]. [cité 29 mars 2024]. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10524729/>
- 56. Rosqvist E, Lauritsalo S, Paloneva J. Short 2-H in Situ Trauma Team Simulation Training Effectively Improves Non-Technical Skills of Hospital Trauma Teams. *Scand J Surg*. 1 juin 2019 ;108(2):117-23.
- 57. Roberts NK, Williams RG, Schwind CJ, Sutyak JA, McDowell C, Griffen D, et al. The impact of brief team communication, leadership and team behavior training on ad hoc team performance in trauma care settings. *Am J Surg*. févr 2014 ;207(2) :170-8.
- 58. Kapadia EN. Factors associated with blocked tracheal tubes. *Intensive Care Med*. 1 oct 2001 ;27(10):1679-80.
- 59. Kapadia FN, Tekawade PC, Nath SS, Pachpute SS, Saverkar SS, Bhise RA, et al. A prolonged observational study of tracheal tube displacements: Benchmarking an incidence <0.5-1% in a medical-surgical adult intensive care unit. *Indian J Crit Care Med*. mai 2014 ;18(5) :273-7.
- 60. Heininger A, Krueger WA, Dieterich H -J., Königsrainer I, Schroeder TH. Complications using a hollow fiber airway exchange catheter for tracheal tube exchange in critically ill patients. *Acta Anaesthesiol Scand*. août 2008;52(7):1031-1031.
- 61. Mosier JM, Sakles JC, Law JA, Brown CA, Brindley PG. Tracheal Intubation in the Critically Ill. Where We Came from and Where We Should Go. *Am Respir Crit Care Med*. avr 2020;201(7):775-88.
- 62. von Neumann, J., Morgenstern, O., & Rubinstein, A. (1944). Theory of Games and Economic Behavior (60th Anniversary Commemorative Edition). Princeton University Press. <http://www.jstor.org/stable/j.ctt1r2gkx>
- 63. Paul M, Dueck M, Kampe S, Petzke F. Failure to detect an unusual obstruction in a reinforced endotracheal tube with fiberoptic examination. *Anesth Analg*. sept 2003 ;97(3) :909-10.
- 64. Bruyneel M, Gabrovska M, Rummens P, Roman A, Claus M, Stevens E, et al. Bronchoscopy in COVID-19 intensive care unit patients. *Respirology*. déc 2020;25(12):1313-5.

LISTE DES FIGURES

Figure III-1; Selon Shah & al ; volume interne de la sonde	5
Figure III-2 ; Selon Shah & al ; Réduction du calibre avec la durée de VM	5
Figure III-3; Selon Jaber & al ; Diminution progressive du diamètre interne de la SIOT.	5
Figure III-4 ; Avec μ = Viscosité du fluide, L = longueur du cylindre, R = rayon du cylindre .	6
Figure III-5 ; Expression du différentiel de pression de part et d'autre de la sonde d'intubation en fonction du débit et de la résistance du cylindre	6
Figure III-6 ; Echelle de risque d'occlusion de sonde d'intubation selon Lellouche dans "Humidification in the ICU", Esquinas MD, PHD, p138	7
Figure III-7 ; D'après F. Lellouche - Réanimation (2016), Pourcentage d'OSIOT selon le dispositif d'humidification des VAS	8
Figure III-8 ; D'après Lellouche, Perte d'efficacité de l'humidificateur chauffant avec l'augmentation de la température des gaz à l'entrée de la chambre d'humidification	9
Figure III-9 D'après Lellouche. Augmentation de la ventilation alvéolaire par l'utilisation d'un HC vs un filtre humidificateur.....	10
Figure III-10 : Modification des résistances du système respiratoire selon le degré de l'obstruction.....	12
Figure III-12 Variation de la constante de temps expiratoire le long d'une sonde d'intubation de diamètre interne 8mm.	13
Figure III-11 : Modification des courbes de débit et de Pression en fonction du temps lors d'une occlusion expérimentale d'une SIOT.....	13
Figure III-13 Dispositif endOClear.....	14
Figure III-14 : Selon Hosking & al - 1989 : Algorithme de prise en charge de difficultés de ventilation en milieu anesthésique.	14

Figure IV-1 : Exemple de déroulé des étapes dans un scénario de simulation et représentation des délais d'intérêts.	20
Figure V-1 : Distribution temporelle (en seconde) avant Délai 1, 2 et 3	26
Figure V-2 : Acte déclenchant le diagnostic d'OSIOT.....	27
Figure V-3 : Acte déclenchant la décision de réintubation.....	28
Figure V-4 : Distribution temporelle (en secondes) de la durée de geste de réintubation	29
Figure V-6 Délai avant contrôle des VAS selon l'ancienneté de collaboration Leader-IDE	30
Figure V-7 Délai avant contrôle des VAS selon l'expérience du leader	30
Figure V-5 Délai avant contrôle des VAS selon la fréquence de collaboration Leader-IDE....	30
Figure V-9 : Délai avant contrôle (en secondes) des VAS selon spécialité d'exercice.	31
Figure V-8 : Durée du geste de réintubation selon la spécialité d'exercice.	31
Figure V-10 : Délai avant contrôle des VAS selon présence ou non d'un facilitateur.	32
Figure V-11 : Délai avant contrôle des VAS selon l'acte déclenchant la décision de réintubation	33
Figure V-12 : Délai avant contrôle des VAS selon l'expression du diagnostic avant ou après la réintubation.....	33
Figure V-13: Délai (en seconde) avant contrôle des VAS selon la communication suivant la première AET.....	34
Figure V-14 Délai (en secondes) avant contrôle des VAS selon feedback après 1 er AET.....	35
Figure V-15 : Délai en secondes avant décision de réintubation selon qualité du feedback après première AET(n=24)	36
Figure VI-1 : Selon Mosier & al : Diagramme représentant tous les facteurs présentant un risque de complication au cours d'un geste d'intubation.	40
Figure VI-2 : CLC selon American Health Association	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Description des caractéristiques des équipes participants à l'étude (N= 24)	24
Tableau 2 : Délais, en secondes, des différentes étapes de prise en charge.	27
Tableau 3 : Impact de la présence d'un facilitateur sur les délais 1 et 2 (exprimés en secondes)	32
Tableau 4 : Délai avant contrôle des VAS selon la modalité de communication autour de la première AET.....	34
Tableau 5 : Délai 1 et 2 (en secondes) selon le feedback suivant la première AET	35

TABLE DES MATIERES

SERMENT D'HIPPOCRATE.....	D
INTRODUCTION :	3
1. Epidémiologie de l'obstruction de la sonde d'intubation :	3
2. Physiopathologie de l'OSIOT.....	4
3. Prévention et prise en charge de l'OSIOT dans la littérature.	6
3.1. Prévention de l'obstruction de SIOT	6
3.2. Diagnostic de l'obstruction de sonde d'intubation.....	10
3.3. Prise en charge de l'OSIOT :	13
4. Justification du présent travail et hypothèse principale :	15
5. Etude Princeps DELREA-URG :	16
MÉTHODES	17
1. Situation clinique et scénario de simulation :	17
2. Objectifs principaux et secondaires et critères de jugement :	18
2.1. Objectif et critère de jugement principal :	18
2.2. Objectifs et critères de jugement secondaires :	19
3. Données recueillies :	19
3.1. Variables décrivant les équipes :	19
3.2. Variables de survenue et de délai des événements/gestes techniques.	20
3.3. Variables de communication.....	22
4. Analyse statistique :	22
4.1. Plan d'analyse utilisé :	22
4.2. Description des outils statistiques utilisés.	23
RÉSULTATS	24
1. Description des équipes :	24
2. Descriptions des actes réalisés :	24
2.1. Réalisation des actes de première ligne :	24
2.1.1. Première aspiration endotrachéale	25
2.2. Réalisation des actes instrumentaux :	25
3. Description des délais 1,2 et 3 et des facteurs associés :	26
3.1. Facteurs associés au diagnostic exprimé d'OSIOT :.....	27
3.2. Facteurs associés à la prise de décision de réintubation :	28
3.3. Facteurs associés au contrôle des voies aériennes supérieures :	29
4. Facteurs associés au délai avant contrôle des VAS :	29
4.1. Caractéristiques de l'équipe :	30
4.1.1. Ancienneté et expérience :.....	30
4.1.2. Spécialité d'exercice du Leader :	31
4.1.3. Modalités du briefing initial :	32
4.2. Actes réalisés et association avec les délais 1,2, et 3 :	33
4.2.1. Impact de l'acte déclencheur de la décision de réintubation sur le délai avant contrôles des VAS :	33
4.2.2. Temporalité du diagnostic par rapport à la réintubation :	33
4.3. Communication autour de la première aspiration endotrachéale :	34

DISCUSSION :	37
1. Principaux résultats :	37
2. Problématiques mises en évidence dans la démarche diagnostique et thérapeutique :	38
3. Communication autour de la première aspiration endotrachéale et impact défavorable d'un feedback non pertinent :	42
4. Expérience et constitution des équipes :	44
5. Protocole de formation :	45
6. Forces et limites :	47
CONCLUSION	48
BIBLIOGRAPHIE	49
LISTE DES FIGURES	54
LISTE DES TABLEAUX	56
TABLE DES MATIERES	57
ANNEXES	I
Annexe 1 : Scenario Obstruction de sonde d'intubation :	I
Annexe 2 : Questionnaire sur l'expérience de l'équipe :	III
Annexe 3 : Grilles observationnelles pour sélection des variables d'intérêts :	IV
Annexe 4 : Team Performance Observation Tool :	V
Annexe 5 : Grille NO-Techs :	VI
Annexe 6 : Facteur influençant les délais 1, 2 et 3.	VII

ANNEXES

Annexe 1 : Scenario Obstruction de sonde d'intubation :

Préparation en amont :

Intubation du mannequin avec sonde obstruée (papier + pate adhésive) et raccordement au respirateur.

Pré briefing

Briefing : Apprenant = Equipe de garde en réanimation.

- M. Z, 65 ans, hospitalisé en réanimation, J11 de ventilation pour SDRA sur pneumopathie hypoxémiant et ACR en fibrillation ventriculaire (coronarographie normale). 5 séances de décubitus ventral
- Sédaté, curarisé, stable hémodynamiquement sans amine, décubitus dorsal
- Alarmes respirateurs et scopes sonnent, l'équipe médicale est partie déjeuner, IDE parti pousser un gaz du sang pour un autre patient.
- Appel de l'aide-soignant à l'équipe de garde

Paramètres initiaux de la prise en charge

- Patient décubitus dorsal
- Intubé avec une sonde d'intubation obstruée en distalité (Patafix)
- Silence auscultatoire
- Scopé et perfusé VVC + KTA,
- Ventilateur réglé :
 - Vt 450,
 - Freq. / Respirateur 20/min,
 - Freq patient 0/min
 - FiO₂ 50%,
 - Pep 10 mmHg,
 - Débit 60 l/min,
 - Pmax 50 mmHg
 - Vérifier déclenchement alarme de Pmax, interruption délivrance du Vt à chaque cycle par atteinte Pmax ➔ alarme sonne
- Scope
 - SaO₂ 88%
 - PA : 160/90 mmHg sur la pression artérielle invasive.
 - FC : 140/min
- Seringues électriques et perfusion en cours
 - G5 % 500 CC / 24 H
 - MIDAZOLAM 7 mg /H IVSE
 - SUFENTANYL 15 µg/H IVSE
 - CISTRACURIUM 12 mg/H IVSE

Radio thoracique :



Première phase Débutant à l'entrée de l'équipe dans la chambre du patient.

- Actes attendus : réglage FiO₂ 100%, observation des courbes du respirateur, montée Pmax 100 mmHg, aspiration trachéale, auscultation, vérification du circuit du respirateur.
- Constat impossibilité d'aspirer

- Décision de réintubation après extubation et ventilation au ballon/masque

Deuxième phase, déclenchée par la décision d'intubation

- Sonnerie du téléphone : le chef de service demande des informations de façon insistantes auprès du senior présent dans la chambre.
- **Sur le plan respiratoire** : Désaturation continue rapide < 70 % SpO2 environ 1 minute après entrée de l'équipe.
- Bradycardie en cas de désaturation profonde prolongée 2 min après entrée de l'équipe.

Troisième phase, déclenchée à la fin de l'appel téléphonique

- **Entrée d'un membre de la famille** (fille du patient), non agressive ni intrusive, mais insiste pour avoir des nouvelles et veut voir ce qui se passe.
- **Fin d'exercice après réintubation**

➔ **Évènements perturbateurs** : appels du chef de service, entrée de la famille

➔ **Délégations attendues/possibles*** : gestion des voies aériennes, réponse téléphonique, aspiration trachéale, gestion de la famille

➔ *Eléments indicatifs quantitatifs de prise en charge ** : délai début scénario / ré intubation, accompagnement de la famille adapté

Check-list accueil des équipes au centre de simulation :	
Présentation de l'organisation de la séance.	Présentation de la salle
<ul style="list-style-type: none"> ➔ 3 séances de simulation dans l'après midi ➔ 3 scénarios différents, se déroulant en milieu de réanimation médical. ➔ Briefing juste avant le début du scénario ➔ Pas de debriefing après la fin du scénario. ➔ Etude et mesures portant sur l'organisation de l'équipe. ➔ Equipes composées : <ul style="list-style-type: none"> D'un Senior Un interne expérimenté Une IDE Une AS Un Externe. ➔ 20 – 30 minutes de pause entre 2 passages ➔ 1 grille à remplir personnellement entre chaque passage portant sur vos impressions/ ressenti sur la séance de simulation qui vient de se terminer. 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ Présentation du mannequin haute-fidélité : <ul style="list-style-type: none"> ○ Voie d'injection intraveineuse (en place ou non au début du scénario) ○ Pouls perceptibles, murmure vésiculaire normal et anormal, ○ Etat de vigilance possible, parole, mouvements oculaires. ○ Demande à l'ouverture des yeux en cas de besoin (ne pas forcer) ○ Mobilité cervicale normale, Ouverture buccale normale, +/- exposition laryngée normale. ○ Abords thoraciques possibles : exsufflation antérieure et pose de drain latéro-thoracique bilatéraux. ○ Pas de mouvement possible des membres. ➔ Salle : <ul style="list-style-type: none"> ○ Plaque radio, téléphone, Dossier médical. ○ Résultats GDS. Scope, Affichage imagerie. ○ Chariots d'urgence, placard Solutés. Frigo drogues. ○ Ventilateur : Capnographe disponible (sur scope), Alarme O2 non fiable

Annexe 2 : Questionnaire sur l'expérience de l'équipe :

Merci de répondre aux questions suivantes en cochant pour chaque question la case qui vous semble la plus appropriée :

Ancienneté du chef d'équipe : Depuis combien de temps avez-vous votre DE de docteur en médecine ?

0	1	2	3	4	5
Jamais ou moins de 3 semaines	Entre 3 semaines et 3 mois	Entre 3 mois et 6 mois	Entre 6 mois et 1 an	Entre 1 an et 2 ans	Plus de 2 ans

Ancienneté de collaboration chef d'équipe – IDE : Depuis combien de temps travaillez-vous dans le même service que l'IDE présent à la simulation ?

0	1	2	3	4	5
Jamais ou moins de 3 semaines	Entre 3 semaines et 3 mois	Entre 3 mois et 6 mois	Entre 6 mois et 1 an	Entre 1 an et 2 ans	Plus de 2 ans

Si la réponse précédente n'est pas 0, à quelle fréquence collaborez-vous ensemble (chef d'équipe – IDE) ?

0	1	2	3	4	5
Moins d'une fois par an	Entre une fois par an et une fois par trimestre	Entre une fois par trimestre et une fois par mois	Entre une fois par mois et une fois par semaine	Entre une fois par semaine et une fois par jour	Tout le temps

Annexe 3 : Grilles observationnelles pour sélection des variables d'intérêts :

Chaque case correspond à une séance de simulation réalisée par une équipe, anonymisée

B3	B5	L3
AET - Séniор AET IDE Analyse pressions de crête - sénior Réglage Pmax - sénior FiO2 100% - sénior AET - IDE Verbalisation AET en butée - IDE. Ventilation BAVU Diagnostic OSIOT Proposition fibroscopie - interne Contrôle ventilateur et analyse Vte Test ballon - IDE Décision Induction séquence rapide - Séniör Proposition préparation réintubation - IDE Préparation réintubation - séniör Réalisation Fibroscopie séniör + réglage Pmax Diag OSIOT per fibroscopie - Séniör Décision réintubation Réintubation Vérification courbe ventilateur - sénior et interne Vérification ventilation auscultation - séniör Vérification P crête post réintubation - sénior.	Vérification ventilateur - sénior Réglage ventilateur - sénior Majoration FiO2 - sénior Analyse Pression de crête interne Majoration alarme de pression maximale sénior Constat absence ventilation sénior Auscultation IDE : Absence ventilation – sénior Auscultation - sénior : absence de ventilation Vérification pression ballonnet -IDE Laryngoscopie IDE : constat sonde en place Vérification RP - sénior Proposition DV – interne au Séniör. Augmentation FiO2 - interne Proposition ventilation BAVU- IDE : pas de ventilation Vérification Vte - sénior Proposition DV - sénior Décision Réintubation-séniör Réintubation - interne. Diagnostic OSIOT post réintubation	Vérification sédation - IDE Vérification ventilateur - IDE Constatation Pression de crête élevée - IDE : transmission au sénior Réglage ventilateur - sénior (FiO2 100%) Proposition AET - IDE Demande AET - Séniör Demande auscultation séniör – Interne Demande RP - Séniör Vérification ampliation thoracique - Séniör 1 er AET - IDE Verbalisation sonde bouchée - IDE au Séniör Décision réintubation et geste de réintubation - sénior 2 AET - IDE Proposition ventilation BAVU - IDE Auscultation - interne Vérification curarisation sédation - sénior Tentative ventilation BAVU - interne : verbalisation ventilation impossible. Diagnostic OSIOT séniör Extubation et ventilation BAVU Vérification SpO2 - sénior Réintubation Demande radio post intubation sénior
N3	N6	L6
Analyse Vt bas et pressions de crête haut - interne Auscultation : silence auscultatoire verbalisé - interne Demande radio - séniör Ventilation BAVU - interne ventilation BAVU impossible - IDE au séniör Exposition laryngée séniör – interne Proposition réintubation - interne Demande AET - séniör Décision Extubation et ventilation BAVU - séniör Ventilation BAVU - IDE Auscultation - interne Appel séniör référent Décision réinduction et réintubation - senior Diagnostic : OSIOT Ré induction interne décision IOT séniör. Délégation intubation – Séniör à l'interne Auscultation post IOT	AET - IDE Echec AET-IDE Décision fibroscopie Proposition fluidifiant endotrachéal - sénior Constatation pression de crête haute Demande RP Proposition réintubation - interne Analyse etco2 Demande laryngoscopie – sénior et interne Analyse RP Vérification sonde en place Majoration FiO2 100% Proposition changement de sonde d'intubation sur guide - interne Décision fibroscopie – interne et sénior Fibroscopie impossible Ventilation BAVU après extubation - sénior Préparation matériel IOT- sénior Ventilation BAVU 100% Réintubation - interne	AET Constatation échec AET -sénior Majoration 100% FiO2 Constatation silence auscultatoire- sénior 2nd AET- IDE Vérification ventilateur- sénior Diagnostic OSIOT- séniör. Préparation réintubation Décision réintubation Demande radio 3e AET- ide Vérification profondeur d'intubation- sénior Constat AET en butée- IDE + Séniör Décision réintubation sur guide AET n°4 Laryngoscopie - interne Laryngoscopies- séniör et tentative réintubation sur guide Réintubation sans guide -sénior.
L1	R1	A2
Radio demande - séniör Surveillance ventilateur - sénior Demande AET séniör - interne Auscultation initiative - interne « Ça bloque au niveau de la sonde » - interne AET - IDE Proposition réintubation - AS Décision réintubation - séniör Ventilation BAVU Proposition exposition laryngée- interne Préparation réintubation - séniör Proposition changement sonde interne Réintubation - interne Diag sonde bouchée post réintubation - interne Auscultation post réintubation	AET - IDE Constat désaturation - sénior Diagnostic OSIOT - IDE Intégration information OSIOT - sénior Ventilation BAVU - sénior Délégation Préparation réintubation - sénior Décision réintubation - sénior Préparation adrénaline Réintubation - sénior Vérification P crête et Vt - sénior Auscultation	Auscultation - interne Vérification ventilateur - sénior, coupe les alarmes Demande fibroscopie - sénior Décision changement de sonde - sénior Demande AET - séniör AET - interne AET impossible - interne Réintubation - interne Demande auscultation post IOT - sénior Demande RP post IOT - interne

Annexe 4 : Team Performance Observation Tool :

TeamSTEPPS® 2.0



Team Performance Observation Tool

Date: _____
 Unit/Department: _____
 Team: _____
 Shift: _____

Rating Scale
Please comment if 1 or 2.

1 = Very Poor
2 = Poor
3 = Acceptable
4 = Good
5 = Excellent

1. Team Structure		Rating
a. Assembles a team		
b. Assigns or identifies team members' roles and responsibilities		
c. Holds team members accountable		
d. Includes patients and families as part of the team		
Comments:	Overall Rating – Team Structure	
2. Communication		Rating
a. Provides brief, clear, specific, and timely information to team members		
b. Seeks information from all available sources		
c. Uses check-backs to verify information that is communicated		
d. Uses SBAR, call-outs, and handoff techniques to communicate effectively with team members		
Comments:	Overall Rating – Communication	
3. Leadership		Rating
a. Identifies team goals and vision		
b. Uses resources efficiently to maximize team performance		
c. Balances workload within the team		
d. Delegates tasks or assignments, as appropriate		
e. Conducts briefs, huddles, and debriefs		
f. Role models teamwork behaviors		
Comments:	Overall Rating – Leadership	
4. Situation Monitoring		Rating
a. Monitors the status of the patient		
b. Monitors fellow team members to ensure safety and prevent errors		
c. Monitors the environment for safety and availability of resources (e.g., equipment)		
d. Monitors progress toward the goal and identifies changes that could alter the plan of care		
e. Fosters communication to ensure that team members have a shared mental model		
Comments:	Overall Rating – Situation Monitoring	
5. Mutual Support		Rating
a. Provides task-related support and assistance		
b. Provides timely and constructive feedback to team members		
c. Effectively advocates for patient safety using the Assertive Statement, Two-Challenge Rule, or CUS		
d. Uses the Two-Challenge Rule or DESC Script to resolve conflict		
Comments:	Overall Rating – Mutual Support	
TEAM PERFORMANCE RATING		

Annexe 5 : Grille NO-Techs :

<i>Leadership</i>				
5	4	3	2	1
Clearly defined team leader. Good time management, all tasks completed, non-hierarchical				
Individual defined, but some tasks not completed				
<i>Cooperation and resource management</i>				
5	4	3	2	1
All team members clearly full a role and perform all designated tasks				
Identify of all members not clear, some do not perform assigned tasks				
<i>Communication and interaction</i>				
5	4	3	2	1
Clear communication with team leader as a hub, relayed to scribe				
Communication not always through Team Leader, or not relayed rapidly to scribe				
<i>Assessment and decision making</i>				
5	4	3	2	1
Orderly and complete primary (ABCDE) and secondary surveys. Plan communicated to team				
Assessment somewhat out of order, all major tasks compete				
<i>Situation awareness and coping with stress</i>				
5	4	3	2	1
Untoward findings and distraction did not upset systematic and orderly flow. Team is calm and plans				
Untoward findings caused disruption but did not preclude task completion				
Untoward findings or interruptions completely upset orderly assessment and task completion. Not anticipatory				

Annexe 6 : Facteur influençant les délais 1, 2 et 3 :

		Délai avant décision réintubation (sec)	Médiane	IQR	p-value	Délai avant contrôle des VAS (sec)	Médiane	IQR	p-value	Délai avant diagnostic d'OSIOT (sec)	Médiane	IQR	p-value	Délai avant 1 er AET (sec)	Médiane	IQR	p-value	Durée du geste de réintubation (sec)	Médiane	IQR	p-value		
Ancienneté Leader																							
<4 (<1an)		156 [76,5; 212]	156	[94,2; 220]	p=0.98	232 [138; 386]	276	[214; 320]	p=0.49	76	[30,0; 280]	[168; 381]	p=0.13	63,0	[25,0; 554]	[34,2; 116]	p=1						
≥4 (>1 an)																							
Ancienneté collaboration																							
<4 (<tan)		201 [65,5; 286]	201	[74,2; 170]	p=0.11	268 [183; 387]	274	[207; 295]	p=0.83	224,5	[80,5; 278]	210	[49,5; 489]	p=0.84	63,0	[31,0; 273]	[31,0; 108]	p=0.68					
≥4 (>tan)																							
Fréquence de collaboration																							
<1mois n=10		177 [150; 229]	129 [61,0; 96]	p=0.14	284 [216; 360]	284 [194; 329]	p=0.97	285	210	54-246	p=0.518	86,0 [37,8; 560]	48,0 [25,0; 114]	p=0.32									
>1mois n=14																							
Spécialité																							
MAR n=0		174 [132; 222]				222 [154; 317]				217 [109; 292]					92,0 [34,8; 556]				59,7	45-25-56,5			
MIR n=8		100 [57,8; 178]	100 [57,8; 178]	p=0.329	274 [207; 390]	342 [264; 422]	p=0.2			142 [49,5; 224]					38,0 [29,0; 50,0]								
MIU n=6		174 [97,5; 212]								476 [172; 703]					111 [52,0; 126]	p=0.38			171,7	106-174			
Trigger Décision réintubation																							
Actes 1er ligne N=4		63,0 [57,8; 72,8]				174 [152; 199]				76,0 [62,8; 123]					37,0 [29,0; 208]				111,2 [79,8; 141]				
Actes instrumentaux N=19		167 [129; 224]	p = 0,021 **			263 [216; 364]	p = 0,029			219 [87,0; 359]					73,0 [32,5; 116]	p=0.71			99,5 [50,0; 150]		p=1		
Trigger Diagnostic Obstruction																							
Actes de première ligne N=7		90,0 [69,5; 129]				156 [137; 254]				*\$					23,0 [20,5; 37,0]								
Actes instrumentaux N=7		234 [164; 264]				312 [285; 364]				*£					Kruskall								
Post Extubation N= 6		156 [99,2; 80]	p = 0.134			253 [210; 358]	p = 0.083			\$£					Wallis p= 0,001								
Première aspiration																							
Feedback informatif n=10		98,0 [61,0; 149]				198 [166; 269]				124 [32,8; 214]					27,0 [19,6; 41,0]								
Feedback non informatif n=14		194 [150; 278]	p= 0,013*			265 [253; 389]	p= 0,018 **			260 [164; 411]					111 [58,0; 703]	p <0,01							
Briefing Guidant vs Non guidant																							
Pas de facilitateur n=13		159 [124; 215]				205 [269; 379]				237 [144; 547]					49,0 [31,0; 116]	p=0.16							
Sonde bouchée aspiration bloquée n=11		154 [69,5; 210]	Welch p=0.72			203 [174; 257]	p=0,039			180 [48,0; 249]					85,0 [32,5; 410]								
Timing diagnostic																							
Pas de diagnostic ou après réintubation n= 10		163 [99,2; 98]				253 [205; 363]									49,0 [31,0; 116]								
Diagnostic avant réintubation n= 14		140 [75,5; 229]	p= 0,967			282 [158; 329]	p = 0,71								85,0 [32,5; 410]	p=0,52							
Délai première aspiration																							
< 63 secondes n=12		146 [70,8; 220]				279 [183; 344]				124 [26,2; 224]													
> 63 secondes n=12		160 [87,8; 210]	p = 0,86			253 [207; 336]	p=0.95			260 [190; 469]					p = 0,0491								
< 43 secondes n=10															58,5 [24,8; 208]								
> 43 secondes n=9															300 [219; 703]	p = 0,011							

Tableau 6 : Facteur influençant les délais 1-2 et 3.

Tous les délais sont exprimés en secondes.

En rouge sont soulignée les résultats statistiquement significatifs

Performance diagnostique, thérapeutique et prise de décision devant une obstruction de sonde d'intubation. Une étude interventionnelle en simulation haute-fidélité

Introduction et objectifs :

L'obstruction de sonde d'intubation est une complication peu fréquente mais potentiellement grave de la ventilation mécanique en réanimation, notamment si la prise en charge est insuffisamment rapide.

Notre étude a pour objectif de simuler via mannequin Haute-fidélité une situation clinique d'OSIOT auprès d'équipes expertes en soins critiques pour décrire et déterminer les facteurs déterminant la rapidité de la prise en charge.

Matériel et méthode :

Nous avons observé le comportement d'équipes expertes en soin critique face à une situation d'OSIOT en simulation haute-fidélité. Ont été relevées l'expérience individuelle et commune des membres de l'équipe, les délais avant le diagnostic d'obstruction de sonde d'intubation, avant la décision de réintubation et avant le remplacement de la sonde d'intubation. Les actes réalisés et interactions observés au cours du scénario ont été relevés afin d'expliquer les différences observées sur la rapidité de prise en charge.

Résultats :

Nous avons analysé les données du scénario d'OSIOT réalisé par 24 équipes, issues de 5 centres de simulation attachés à 5 CHU Français. Le contrôle des VAS est obtenu dans un délai médian de 274 secondes [IQR 199 ; 352], Le diagnostic d'OSIOT est posé par 21 équipes sur 24, dans un délai médian de 170 secondes [IQR 5 ; 240]. Dans 30 % des cas le diagnostic n'est posé qu'après le remplacement de la sonde d'intubation.

L'expérience de l'équipe ne semble pas avoir d'impact sur la rapidité de prise en charge. Une aspiration endotrachéale (AET) est réalisée dans 79,5% des cas, et est suivie d'un feedback pertinent dans 52 % des cas. Quand le feedback est pertinent, le temps en secondes avant contrôle des VAS (198 [166 ; 269] VS 295 [253 ; 389] ; p= 0.018) est plus court que quand le feedback est absent ou non pertinent.

Conclusion :

Un feedback pertinent indiquant la présence d'un obstacle à l'aspiration après la première AET sur sonde obstruée semble déterminant dans la rapidité de prise en charge de l'OSIOT.

Il semble pertinent d'optimiser la formation via la simulation à la prise en charge de l'OSIOT en accentuant l'importance du feedback après la première AET.

Mots-clés : Simulation haute-fidélité, Obstruction de sonde d'intubation orotrachéale, aspiration endotrachéale, communication en boucle fermée.

Diagnostic and therapeutic performances and decision-making in situations of Endotracheal Tube Obstruction: An Interventional High-Fidelity Simulation Study.

Introduction:

Endotracheal tube obstruction (ETO) is a rare but potentially serious or even fatal complication of mechanical ventilation in critical care if management is not rapid enough. The literature about the optimal management ETO is scarce. Our study aims to simulate a clinical situation of ETO using high-fidelity mannequins with critical care expert teams to describe and determine the factors influencing the management efficiency of this complication.

Materials and Methods:

We conducted a multicenter interventional study using high-fidelity simulation and performed a descriptive analysis of practices among critical care expert teams. We collected individual and collective experience of team members, the time intervals before diagnosis of endotracheal tube obstruction, before the decision for reintubation, and before replacement of the endotracheal tube. Actions performed and interactions observed during the scenario were recorded to explain observed differences in the duration of the ETO management.

Results:

We analyzed data from the ETO scenario conducted by 24 teams from 5 simulation centers affiliated with 5 French university hospitals. Reintubation was achieved within a median time of 274 seconds [IQR 199; 352]. The diagnosis of ETO was made by 21 out of 24 teams within a median time of 170 seconds [IQR 5; 240]. In 30% of cases, the diagnosis was made only after tube replacement. Team experience does not seem to impact the speed of management. Endotracheal suctioning was performed in 79.5% of cases, and relevant feedback was provided in 52% of cases. When feedback was relevant, the time in seconds before reintubation (198 [166; 269] vs. 295 [253; 389]; p= 0.018) was shorter compared to when feedback was absent or irrelevant.

Conclusion:

Relevant feedback indicating the presence of an obstruction after the first endotracheal suctioning on an obstructed tube appears to be crucial in the speed of ETO management. It seems relevant to optimize training through simulation of ETO management by emphasizing the importance of feedback after the first endotracheal suctioning.

Keywords: High fidelity simulation, Endotracheal tube obstruction, endotracheal suctioning, Closed loop communication.