

UNIVERSITE de NANTES

Faculté de Médecine

Année 2016

N° 134

Thèse pour le diplôme d'état de docteur en Médecine

Spécialité : Anesthésie – Réanimation

Par Arthur Bailly

Né le 12 Mai 1987 à Sainte Adresse

Présentée et soutenue publiquement le 10 Octobre 2016

Comparaison entre le vidéolaryngoscope MacGrath® et
le laryngoscope de Macintosh pour l'intubation des
patients en réanimation

Etude randomisée multicentrique ouverte : MACMAN

Président du jury : Monsieur le Professeur Karim Asehnoune

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Jean-Baptiste Lascarrou

Tables de matières

1	Introduction.....	5
2	Matériels et Méthodes	7
2.1	Description de l'étude.....	7
2.1.1	<i>Population étudiée.....</i>	7
2.1.2	<i>Calcul du nombre de patients.....</i>	7
2.1.3	<i>Critère de jugement principal</i>	7
2.1.4	<i>Critères de jugement secondaires.....</i>	8
2.1.5	<i>Inclusion</i>	9
2.2	Procédure d'intubation	9
2.3	Description des mesures prises pour réduire et éviter les biais.....	10
2.4	Statistiques.....	11
2.5	Comités d'éthique.....	11
3	Résultats.....	13
3.1	Description de la population	13
3.2	Déroulement de la séquence d'intubation	15
3.3	Critère de jugement principal	16
3.4	Analyse des critères secondaires.....	17
3.5	Données de suivi	18
4	Discussion	20
4.1	Comparaison aux données de la littérature.....	20
4.2	Complications.....	21
4.3	Mandrin	22
4.4	Limites de l'étude	22
5	Conclusion.....	23
6	Bibliographie.....	24
7	Annexes.....	29

Abréviations

BAVU :	Ballon auto-remplisseur à valve unidirectionnelle
CPP :	Comité de protection des personnes
CRF :	Capacité résiduelle fonctionnelle
DTM :	Distance thyro-mentonnaire
FiO ₂ :	Fraction inspirée en oxygène
FeO ₂ :	Fraction expirée en oxygène
IDS :	Intubation difficulty scale
IGS II :	Index de gravité simplifié 2
IOT :	Intubation oro trachéale
ISR :	Induction séquence rapide
ITT :	Intention de traiter
IVD :	Injection intraveineuse directe
LM :	Laryngoscopie directe de macintosh
OB :	Ouverture de bouche
PAD :	Pression artérielle diastolique
PaO ₂ :	Pression artérielle en oxygène
PEP :	Pression expiratoire positive
PetCO ₂ :	Fraction expirée en dioxyde de carbone en fin d'expiration
P plat :	Pression de plateau
SFAR :	Société française d'anesthésie et de réanimation
SOFA :	Sequential Organ Failure Assessment
SRLF :	Société de réanimation de langue française
VL :	Vidéolaryngoscope
VNI :	Ventilation non invasive

1 Introduction

En réanimation, l'intubation est une procédure urgente réalisée chez un patient qui présente des défaillances d'organes souvent multiples. De plus, l'installation du patient lors de la procédure (tête surélevée, mobilité du rachis cervical) est plus difficile qu'au bloc opératoire et peut entraîner un mauvais alignement de l'axe oro-pharyngo-laryngé lors de la laryngoscopie. Le taux d'intubation difficile en réanimation peut atteindre 10 à 20% selon les études (1-5), taux plus élevés qu'au bloc opératoire (entre 3 et 5%). En cas d'intubation difficile, le nombre de complications graves augmente (4-9). L'expérience de l'opérateur est un déterminant majeur de la survenue de ces complications (10, 11). L'association entre un patient qui présente des défaillances d'organes, des réserves physiologiques minimales et une fréquence importante d'intubation difficile aboutit à un taux élevé de complications graves : entre 25 à 40% des cas (2, 6, 12). Ces complications peuvent être hémodynamiques : hypotension artérielle ; respiratoires : hypoxémie, inhalation et peuvent aller jusqu'à l'arrêt cardiaque et le décès du patient (dans 1.6% des cas selon la référence (3)). Afin de diminuer la fréquence et la sévérité de ces complications, plusieurs axes de prévention ont déjà été proposés.

Au plan hémodynamique, les mécanismes (effet vasodilatateur des drogues anesthésiques, diminution du retour veineux par l'introduction de la pression positive intra-thoracique) qui aboutissent à la survenue de complications (hypotension artérielle, arrêt cardiaque) peuvent être prévenus par la réalisation d'un remplissage vasculaire systématique et l'utilisation d'amines vaso-actives en cas d'hypotension artérielle préalable (13). Il est également recommandé d'utiliser des agents anesthésiques ayant une durée d'action courte et un profil pharmacodynamique particulier pour une induction en séquence rapide (ISR). Les hypnotiques recommandés sont l'hypnomidate, ou la kétamine (14). Les relaxants musculaires recommandés sont la succinylcholine, ou le rocuronium en présence de contre-indications à cette dernière (15). En effet, les curares ont un rôle primordial car ils permettent une meilleure visibilité de la glotte et un taux plus élevé d'intubations réussies dès la première laryngoscopie. Parallèlement, leur délai d'action rapide et leur durée d'action courte permet une intubation immédiate sans ventiler le patient au masque facial et diminue donc le risque d'inhalation du contenu gastrique (16, 17).

Une pré-oxygénation doit être effectuée systématiquement avant toute intubation en réanimation. La durée de la pré-oxygénation recommandée est de 3 à 4 minutes selon les sociétés savantes (15) (18). Depuis 2006, il est recommandé de poursuivre la ventilation non invasive pour tous les patients hypoxémiques jusqu'à la laryngoscopie si celle-ci était déjà débutée (19). Il est recommandé d'utiliser un capnogramme qui permet la mesure du dioxyde de carbone expiré afin de confirmer la bonne position de la sonde d'intubation (20). En cas d'intubation difficile, l'utilisation d'algorithmes prédéfinis est nécessaire afin de prendre une décision rapide sur les mesures et gestes à entreprendre par les médecins et l'équipe paramédicale (21). Toutes ces mesures de prévention

permettent une réduction des complications qualifiées de sévères lorsqu'elles sont regroupées dans une check-list à mettre en œuvre systématiquement. Ainsi, une équipe française a montré une diminution des complications sévères (21% versus 34% $p=0,03$) grâce à l'utilisation d'un tel protocole (13). La société d'anesthésie-réanimation britannique recommande d'identifier les facteurs de risque d'intubation difficile afin d'utiliser des algorithmes en fonction du risque ; d'utiliser une check-list et la capnographie avant toute intubation (22, 23). Néanmoins tous ces éléments permettent uniquement la prévention des complications associées, mais n'améliorent pas la proportion d'intubation réussie dès la première tentative de laryngoscopie qui reste le déterminant majeur de la survenue de ces complications (7, 24). Il est ainsi primordial de développer des outils ou techniques permettant d'améliorer ce taux d'intubation réussie dès la première tentative.

Depuis quelques années, les vidéolaryngoscopes ont été développés pour faciliter l'intubation orotrachéale : ces dispositifs permettent grâce à la présence d'une fibre optique et d'une caméra d'avoir une vision glottique indirecte parfaite facilitant ainsi la procédure (8, 25, 26). Les vidéolaryngoscopes peuvent être séparés en 3 grandes catégories : les laryngoscopes optiques avec une lame de forme similaire à celles des Macintosh permettant une vision directe et indirecte de la glotte (MacGrath Mac®, C MAC®,...); les laryngoscopes avec une lame angulée rigide sans canal opérateur (Glidescope®, Storz D Blade®, MacGrath série 5®,...) et ceux avec canal opérateur (Airtraq®, Pentax Airway Scope®, Kingvison®) qui ont seulement une vision indirecte de la glotte (27). Plusieurs études ont comparé ces différents vidéolaryngoscopes sur le marché mais pour la plupart, uniquement au bloc opératoire dans le cadre d'une chirurgie programmée (28-32). La plupart ont montré un intérêt certain et sont validés en anesthésie principalement chez les patients présentant des critères d'intubation difficile (33). Ces nouveaux dispositifs ont été intégrés dans les nouveaux algorithmes en cas d'intubation difficile prévue ou imprévue (21, 34, 35). La place de ces dispositifs prometteurs dans le cadre de l'intubation en urgence dans un service de réanimation reste plus controversée. Une étude pilote a mis en évidence une amélioration de la vision glottique (36) et une étude américaine a mis en évidence une amélioration du taux de réussite d'intubation orotrachéale dès la première laryngoscopie chez des opérateurs non experts (37). Une méta analyse récente comprenant 9 études montre une réduction du nombre de tentatives d'intubation, une diminution du taux d'intubation difficile et du taux d'intubation œsophagien (38). A l'inverse, certaines études mettent en évidence des événements indésirables lors de l'utilisation des vidéolaryngoscopes avec une augmentation de la durée d'intubation voire de la mortalité (39, 40).

A ce jour, aucune étude multicentrique randomisée n'a été conduite permettant d'évaluer l'intérêt d'un vidéolaryngoscope pour l'intubation en réanimation. Nous rapportons ici l'étude MACMAN comparant l'intubation orotrachéale à l'aide d'un vidéolaryngoscope ou d'un laryngoscope de Macintosh pour l'intubation en réanimation.

2 Matériels et Méthodes

2.1 Description de l'étude

Il s'agissait d'une étude de supériorité, randomisée, ouverte, en soins courants et multicentrique sur 7 services de réanimations médicale ou polyvalente situés sur le territoire français dont 5 sont des Centres Hospitaliers Universitaires.

2.1.1 Population étudiée

Tous les patients majeurs requérant une intubation orotrachéale au sein de l'unité de réanimation étaient incluables dans l'étude sauf s'ils présentaient un des critères d'exclusion suivants:

- patient ayant une contre-indication à une intubation par laryngoscopie directe (fracture du rachis cervical instable, antécédents d'intubation impossible, utilisation du fibroscope en 1^{ère} intention nécessaire)
- patient pour laquelle la procédure d'intubation devait être immédiate sans laisser le temps à la randomisation (notamment patient en arrêt cardiorespiratoire)
- patient participant déjà à une étude dont le critère de jugement principal portait sur l'intubation (y compris les patients ayant déjà été inclus dans cette étude)
- patient mineur ou majeur sous tutelle/curatelle
- femme enceinte ou allaitant
- patient sans régime de sécurité sociale ou incarcéré
- refus du patient ou de l'un de ses proches de participer à l'étude

2.1.2 Calcul du nombre de patients

En prenant en compte que la proportion de patients intubés avec succès lors de la première laryngoscopie en réanimation est de 65% dans le groupe Macintosh (41-44), et en formulant l'hypothèse que l'utilisation du laryngoscope McGrath Mac® permettra d'atteindre une proportion de 80%, et en fixant un risque alpha à 5% et un risque bêta à 10%, il était prévu d'inclure 185 patients par groupe soit 370 patients au total.

2.1.3 Critère de jugement principal

- Proportion d'intubations orotrachéales réussies dès la première laryngoscopie

2.1.4 Critères de jugement secondaires

- Proportion d'intubation orotrachéale réussie toutes laryngoscopies confondues
- Durée de la procédure avant intubation orotrachéale réussie.
- Score de visibilité glottique Cormack
- Score de visibilité glottique POGO
- Proportion d'intubation difficile
- Recours à des techniques alternatives d'intubation:
 - Recours à un mandrin long béquillé
 - Recours à un dispositif supra glottique (type Fast-trach®)
 - Recours à un vidéolaryngoscope validé pour l'IOT difficile (type Airtraq® ; type Glidescope®)
 - Recours à un fibroscope
 - Recours à un dispositif d'oxygénation transtrachéale percutané ou chirurgical
- Fréquence de survenue des événements indésirables pour :
 - bris dentaire
 - inhalation du contenu gastrique
 - proportion d'intubation œsophagienne
 - arythmie (tachycardie ventriculaire, fibrillation ventriculaire, extrasystoles ventriculaires)
 - désaturation ($SpO_2 < 90\%$) et désaturation sévère ($SpO_2 < 80\%$)
 - hypotension artérielle sévère (définie par $PAS < 90\text{mmHg}$)
 - arrêt cardiaque
 - décès
 - Complications sévères (décès, arrêt cardiorespiratoire, hypotension artérielle sévère, désaturation sévère) et complications modérées (intubation œsophagienne, bris dentaires, inhalation, arythmie) selon la classification utilisée par Jaber et al. (42)
- Comparaison de la morbidité:
 - durée de ventilation artificielle
 - durée de séjour en réanimation
 - durée de séjour hospitalier
- Mortalité à la sortie de réanimation
- Mortalité à J28

2.1.5 Inclusion

Un tableau de suivi des patients a été tenu à jour, en notant les motifs de non inclusion et les oppositions à la participation.

Dès l'inclusion, ont été recueillies les données démographiques, les caractéristiques et les constantes vitales du patient : date de naissance, sexe, date d'admission en réanimation, scores de McCabe et de Knaus, pathologies chroniques antérieures, poids, taille, indice de masse corporelle, constantes vitales (Saturation pulsée en oxygène, pression artérielle, fréquence cardiaque, fréquence respiratoire) et les critères prédictifs d'intubation difficile (ouverture de bouche limitée inférieure à 3,5 cm, distance thyro-mentonnaire inférieure à 6,5 cm, score de Mallampati supérieur ou égal à 3, diminution de la mobilité rachis cervical, syndrome d'apnée obstructive du sommeil, antécédents d'intubation difficile) avec calcul du MACOCHA score (45).

La randomisation était ensuite réalisée via le recueil informatisé des données (eCRF) : un bras de randomisation était alors attribué au patient : groupe VL (vidéolaryngoscope) ou groupe LM (laryngoscopie directe de macintosh).

2.2 Procédure d'intubation

La procédure d'intubation était réalisée selon un protocole préétabli.

La pré oxygénation était assurée par un dispositif laissé au libre choix du médecin en charge du patient :

- Oxygénation via un ballon auto remplisseur à valve unidirectionnelle (BAVU) alimenté par minimum 15 l/min d'oxygène pendant une durée minimale de 3 minutes (46, 47).
- Oxygénation via un masque à haute concentration avec réservoir ballon alimenté par minimum 15l/min d'oxygène pendant une durée minimale de 3 minutes (48).
- Oxygénation via une ventilation non invasive avec une FiO2 choisie de 100% pendant une durée minimale de 3 minutes.
- Oxygénation via un dispositif de type Préoxyflow® avec une FiO2 choisie de 100% pendant une durée minimale de 3 minutes et alimenté par minimum 60 l/min d'oxygène.

L'induction anesthésique était ensuite réalisée par l'association d'un hypnotique et d'un curare. Le choix des molécules et de leurs posologies était laissé libre au médecin en charge du patient. Néanmoins, en accord avec les recommandations internationales (49) et françaises (50) :

- Le curare privilégié en l'absence de contre-indication (hyperkaliémie, brûlure au-delà de la 24^{ème} heures, lésion médullaire, allergie) était la succinylcholine à la dose de 1mg/kg

(l'alternative étant le rocuronium à la dose de 1mg/kg à la condition de disposer de l'antidote : sugammadex à la dose de 16mg/kg)

- Les deux hypnotiques de choix étaient soit l'hypnomidate à la dose de 0.2 à 0.3 mg/kg, soit la kétamine à la dose de 2 mg/kg.

La laryngoscopie était alors réalisée à l'aide du dispositif attribué par la randomisation :

- Groupe VL : vidéolaryngoscope de Mac Grath® avec utilisation d'une vision glottique indirecte lors de la 1^{ère} tentative puis en vision directe ou indirecte en cas d'échec selon le choix de l'opérateur
- Groupe LM : laryngoscope standard de Macintosh

En accord avec les recommandations françaises, un mandrin court n'était pas utilisé lors de la première tentative de laryngoscopie (51). L'intubation était ensuite réalisée à l'aide d'une sonde d'intubation laissée au libre choix du médecin en charge du patient. Le ballonnet de cette sonde était gonflé et un respirateur était connecté à cette sonde. Le caractère intra trachéale de la sonde d'intubation était affirmé par l'observation d'une courbe de capnographie conforme sur plus de 3 cycles respiratoires. La durée totale de la procédure d'intubation était définie par le temps entre le début de l'induction anesthésique et la confirmation du caractère intra trachéale de la sonde d'intubation. En cas d'échec d'intubation lors de cette première laryngoscopie, le médecin pouvait choisir de réaliser une seconde laryngoscopie ou d'utiliser des techniques alternatives d'intubation. Un algorithme de gestion de l'intubation difficile était utilisé dans les différents services participant à l'étude. Il a été laissé au libre choix du médecin de réaliser ou non une pression sur le cartilage cricoïde durant la procédure d'intubation (manœuvre de Sellick). La réalisation ou non de celle-ci était colligée dans le CRF électronique. Pour les opérateurs non experts avec l'une des 2 techniques ou les 2 techniques, des cours théoriques et un apprentissage sur mannequin étaient suivis par chaque opérateur avant la participation à l'étude MACMAN.

2.3 Description des mesures prises pour réduire et éviter les biais

La randomisation était effectuée par le médecin en charge du patient, selon 2 groupes de patients : groupe VL et groupe LM. La randomisation était stratifiée sur le centre et l'expérience de l'opérateur définie par :

- opérateur expert : médecin réanimateur travaillant en unité de réanimation depuis cinq années ou plus ou au bout de 1 an seulement si ayant eu au préalable une formation d'anesthésie de 24 mois au minimum (11).
- opérateur non expert : tous les autres cas (moins de 5 ans d'expérience en Réanimation et/ou moins de 24 mois de formation en Anesthésie, moins de 1 an en réanimation.)

Elle était effectuée selon un ratio 1 : 1 et était réalisée par blocs de 4.

2.4 Statistiques

L'analyse statistique a été réalisée selon un plan d'analyse préétabli sous le logiciel SAS ® version 9.3. L'analyse a été conduite selon le principe de l'analyse en intention de traiter. Un rapport d'analyse statistique a été rédigé intégrant l'ensemble des éléments qui doivent être rapportés, comme recommandé par le CONSORT Statement en prenant en compte les spécificités liées au fait qu'il s'agissait d'un essai non pharmacologique. Les patients ont été décrits, à l'inclusion, globalement et dans les deux groupes, par les effectifs et pourcentages de chaque modalité pour les variables qualitatives et par les minimum, maximum, moyenne, écart-type et quartiles pour les variables quantitatives. Aucun test statistique n'a été réalisé pour comparer les 2 groupes. L'analyse a été réalisée en intention de traiter, chaque sujet restant dans le groupe dans lequel il a été randomisé, quoi qu'il advienne. Le critère de jugement correspondait à la proportion d'intubation orotrachéale réussie à la première laryngoscopie. Celle-ci a été comparée entre les 2 groupes (laryngoscope standard vs vidéolaryngoscope) au moyen d'un modèle logistique mixte afin de prendre en compte les 2 facteurs de stratification (centre pris en compte en effet aléatoire et expérience de l'opérateur en effet fixe). Une analyse de sensibilité a été réalisée afin de prendre en compte le score MACOCHA avec une imputation multiple (supérieure à 100 imputations) en cas de perte de données utilisant le groupe randomisé, l'expérience de l'opérateur et le centre. Les critères secondaires ont été analysés au moyen de modèles de régression généralisée mixtes (linéaires ou de type logistique selon le type de variables) ; ces modèles permettant de prendre en compte la stratification de la randomisation sur le centre et l'expérience de l'opérateur (centre pris en compte en effet aléatoire et expérience de l'opérateur en effet fixe). Une analyse au sein du sous-groupe de patients ayant été intubé avec une intubation difficile (soit après plus de 2 laryngoscopies ou durant une procédure ayant duré plus de 10 minutes) et chez les patients les plus sévère sur le plan respiratoire ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ inférieur à 200 et 150) a été réalisée. Tous les tests statistiques étaient réalisés avec un seuil de significativité de 5%.

2.5 Comités d'éthique

Le protocole de l'étude ainsi que les lettres d'informations pour les patients et/ou leurs proches ont été approuvés par les comités d'éthique et les autorités françaises compétentes (Comité de Protection des Personnes de Angers (CPP Ouest 2), numéro d'enregistrement 2014-A00674-43, approuvé le 18 Juillet 2014 et validation de la version numéro 4 le 3 Mars 2015) ; (le CCTIRS: Comité Consultatif sur le Traitement de l'Information en matière de Recherche dans le domaine de la Santé N°14779 le 23/12/2014; et la CNIL: Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés N° MMS/VCS/AR1412251 le 16/02/2015). En accord avec la loi française, les stratégies utilisées dans les 2 groupes étaient classifiées de « soins courants », le consentement signé du patient n'était pas requis. Cependant, l'information et la recherche de non-opposition à la participation à l'étude étaient effectuées auprès du patient ou de la personne de confiance ou à défaut auprès de l'un de ses proches. Si le patient n'était pas apte à consentir, et que la personne de confiance ou l'un des proches n'était pas joignable, une procédure d'inclusion en urgence a été prévue par le protocole de

recherche. Dans tous les cas, le patient était informé dès que possible par l'investigateur et le recueil de la non opposition du patient était réalisé secondairement par l'investigateur. En cas de refus de poursuivre l'étude, il était sorti de l'essai et ses données médicales étaient supprimées. L'étude a été enregistrée sur ClinicalTrials.gov (numéro d'enregistrement NCT02413723). Le protocole de l'étude a été publié en Décembre 2015 dans le BMJ Open (52).

3 Résultats

3.1 Description de la population

De Mai à Décembre 2015, 489 patients ont été intubés en réanimation et 371 ont été inclus dans l'étude (**figure 1**).

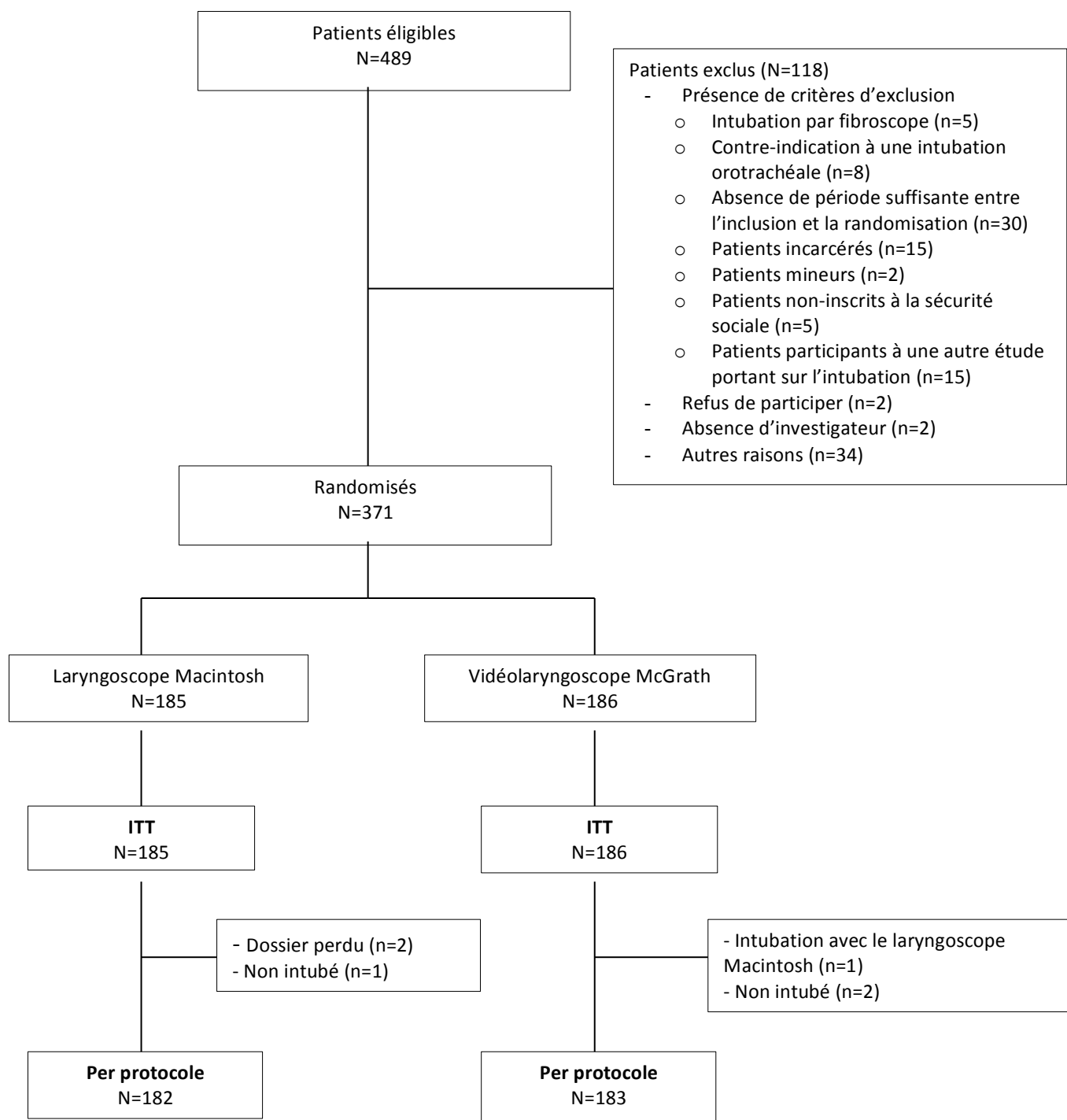


Figure 1 : Diagramme des flux

L'âge moyen de la population était de 63 ± 16 ans, il y avait 235 (63,5%) hommes et le score d'IGS II moyen était de 58 ± 22 . La médiane du rapport PaO₂/FiO₂ était de 91 [71 – 145] dans le groupe LM et de 95 [71 – 171] dans le groupe VL (NS), le score de Glasgow moyen de 12 et le taux de lactates moyens à 3,4 mmol/L. Les caractéristiques de la population, les motifs d'admission en réanimation et d'intubation sont détaillées dans le **tableau 1**. Aucune différence entre les deux groupes n'a été observée.

Tableau 1 : Caractéristiques de la population

	Groupe LM (n=185)	Groupe VL (n=186)
Age (années)	63 ±16	63 ±15
Sexe masculin	113 (61%)	122 (66%)
IMC	26,6 ± 7,2	26,2 ± 6,7
IGS II	57,7 ± 21,8	58,4 ± 21,3
Score Mac Cabe		
0- Pas de Maladie mortelle	111(60%)	118 (63,8%)
1- Maladie mortelle à 5 ans	59 (31,9%)	48 (25,9%)
2- Maladie mortelle à 1 an	15 (8,1%)	19 (10,3%)
Score de Knaus		
- A	22 (11,9%)	24 (13%)
- B	103 (55,7%)	89 (48,1%)
- C	56 (30,3%)	70 (37,8%)
- D	4 (2,2%)	2 (1,1%)
Motif d'admission en réanimation		
- Arrêt cardiorespiratoire	2 (1,1%)	4(2,2%)
- Défaillance circulatoire	22 (11,9%)	32 (17,3%)
- Défaillance neurologique	40 (21,6%)	45 (24,3%)
- Défaillance respiratoire	86 (46,5%)	73 (39,5%)
- Traumatisme	0 (0%)	1 (0,5%)
- Autre	35 (18,9%)	30 (16,2%)
Motif principal d'intubation		
- Neurologique	44 (23,9%)	45 (24,5%)
- Respiratoire	76 (41,3%)	71 (38,6%)
- Cardiocirculatoire	51 (27,7%)	52 (28,3%)
- Examen en urgence	4 (2,2%)	3 (1,6%)
- Autres	9 (4,9%)	13 (7,1%)
Score de SOFA	6,8 ± 3,5	7,2 ± 3,8
Score de Glasgow	12,1 ± 3,8	11,9 ± 3,8P
PaO₂/FiO₂	91 [71 – 145]	95 [71 – 171]
Lactates (mmol/L)	3 ± 3,3	3,1 ± 3,1

Les résultats sont exprimés en nombre et proportion (%) de patients, en moyenne ± écart-type ou en médiane et percentiles [25 – 75].

IMC : indice de masse corporelle en kg/m², IGS II : index de gravité simplifié II, SOFA : Sequential Organ Failure Assessment.

Les facteurs de prédiction de ventilation au masque facial difficile et d'intubation difficile étaient-similaires entre les 2 groupes (**tableau 2**). Le score Macocha était similaire entre les 2 groupes (Valeur moyenne à 2,8 dans le groupe LM versus 3,2 dans le groupe VL, $p=0,27$).

Tableau 2 : Facteurs de prédiction de ventilation au masque facial et d'intubation difficile

	Groupe LM (n=185)	Groupe VL (n=186)
Age supérieur à 55 ans	133 (71,9%)	134 (72,4%)
Patient édenté	45 (24,9%)	41 (22,4%)
Patient ronfleur	35 (20,2%)	28 (16,4%)
Patient porteur d'une barbe	22 (12,2%)	22 (12%)
Limitation de la protrusion mandibulaire	12 (8,9%)	5 (3,4%)
IMC supérieur à 26 kg/m ²	88 (49,2%)	77 (43,5%)
Antécédents d'intubation difficile	2 (1,1%)	3 (1,7%)
Score de Mallampati > 3	31 (16,8%)	41 (22%)
DTM < 65mm	26 (14,7%)	19 (10,4%)
OB < 35mm	26 (14,7%)	27 (14,9%)
Mobilité cervicale diminuée	13 (7,3%)	12 (6,6%)
Apnée du sommeil	10 (5,6%)	11 (6%)
IMC supérieur à 35 kg/m ²	20 (11,2%)	13 (7,3%)

Les résultats sont exprimés en nombre et proportion (%) de patients

IMC : Indice de Masse Corporelle ; DTM : Distance Thyro mentonnaire ; OB : Ouverture de Bouche

3.2 Déroulement de la séquence d'intubation

La pré oxygénation a été réalisée au BAVU pour 190 patients (52,1%), à la VNI pour 85 (23,3%), au masque à haute concentration pour 90 (24,7%), et par le dispositif oxygène nasal à haut débit type optiflow® pour 39 (10,7%) d'entre eux. La majorité des patients ont reçu des drogues d'anesthésie adaptées aux recommandations nationales et internationales (hypnomidate dans 90% et kétamine dans 5% des cas) et un curare d'action rapide (succinylcholine 77% et rocuronium 14,5%) sans différence entre les groupes VL et LM. Dix patients seulement (2,7%) n'ont reçu aucun curare sans différence entre les 2 groupes. Quatre-vingt-quatre pour cent des premiers opérateurs étaient non expert sans différence entre les 2 groupes (84,4% versus 83,2% ; $p=0,76$) dont 62% issus d'une formation de spécialité médicale, 18% d'anesthésie réanimation, 13% d'urgentiste et 7% d'une autre formation. Lors de la laryngoscopie, nous n'avons pas constaté de différence entre les 2 groupes par rapport à la position de la tête du patient, l'utilisation d'une manœuvre de BURP ou d'une manœuvre de Sellick.

3.3 Critère de jugement principal

Cinq patients avaient des données manquantes : 3 n'ont pas été intubés après randomisation et 2 patients dont les données du e-CRF ont été perdues par le centre. Le taux d'intubation réussie dès la première laryngoscopie était de 71,4% dans le groupe LM et de 68,5% dans le groupe VL ($p=0,54$). Les causes d'échec de l'intubation lors de la 1^{ère} tentative étaient majoritairement liées à une vision glottique insuffisante pour le dispositif de Macintosh (70,6% des cas) alors que dans le groupe VL, 70,7% des échecs étaient liés à un échec de cathétérisation de la trachée ($p<0,001$). L'analyse après ajustement sur le centre et l'expérience de l'opérateur ne met pas en évidence de différence significative entre les 2 groupes (83,1% dans le groupe LM versus 81,4% dans le groupe VL). Le fait d'être opérateur « non expert » est un facteur de risque d'échec de l'intubation (OR [IC 95%] 5,41 [2,05-14,26] $p=0,001$) quel que soit le dispositif utilisé (**tableau 3**). L'analyse per protocole retrouve des résultats similaires.

Tableau 3: Modèle mixte prenant en compte le bras de randomisation et le type d'opérateur en effets fixes et le centre en effet aléatoire : Odd ratio (OR) associés à une intubation NON réussie

	OR ajustés [IC95%]	p
Bras de randomisation		
- Groupe LM	1	0,63
- Groupe VL	1.12 [0.71-1.78]	
Type d'opérateur		
- Expert	1	0,001
- Non expert	5.41 [2.05-14.26]	

Après ajustement sur les patients présentant un score Macocha supérieur à 4 ou ceux ayant plus de 2 critères d'intubation difficile, nous ne retrouvons pas de différence significative entre les 2 groupes (OR [IC 95%] associés à une intubation non réussie à 1,08 [0,68-1,73] dans le groupe VL, $p=0,74$). En analyse mixte, le fait d'être opérateur non expert chez ces patients étaient fortement lié à un risque d'échec (OR [IC 95%] à 5,51 [2,09-14,54], $p=0,001$).

3.4 Analyse des critères secondaires

Tous les patients ont été intubés avec succès dans les 2 groupes. Aucun dispositif secondaire tel que les masques laryngés (type Fast trach®), les vidéolaryngoscopes validés dans l'intubation difficile (Airtraq®, Glidescope®), le fibroscope ou l'oxygénation transtrachéale, n'a été utilisé dans les 2 groupes. L'utilisation d'un mandrin pour l'introduction de la sonde d'intubation a été plus fréquente dans le groupe VL (12% versus 5,5%, $p=0,03$) à la première laryngoscopie. Il n'y a pas de différence d'utilisation pour les tentatives de laryngoscopie 2 à 5 (37% versus 36,4% ; $p=0,94$). La vision glottique était améliorée dans le groupe VL (76% versus 52,5% de Cormack 1, score de Pogo moyen de 85 versus 68 $p<0,001$). Nous observons une différence significative entre les 2 groupes en ce qui concerne les complications majeures (Décès et/ou arrêt cardiaque et/ou PAS<90 et/ou SpO2<80%) : 2,8% dans le groupe LM versus 9,5% dans le groupe VL ($p= 0,01$). Il n'existait pas de différence significative sur le taux de complications modérées (Intubation œsophagienne et/ou régurgitation/inhalation et/ou trouble du rythme cardiaque et/ou bris dentaire) entre les 2 groupes (7,7% dans le groupe LM versus 5,4% dans le groupe VL). Les différents types de complications sont décrits dans la **figure 2**. Le nombre de tentatives de laryngoscopie était équivalent entre les 2 groupes (1 [1-2] dans le groupe VL et 1 [1-2] dans le groupe LM $p=0,68$). Le taux d'intubation difficile était équivalent entre les 2 groupes (7,7% dans le groupe LM versus 7,7% dans le groupe VL $p=0,99$).

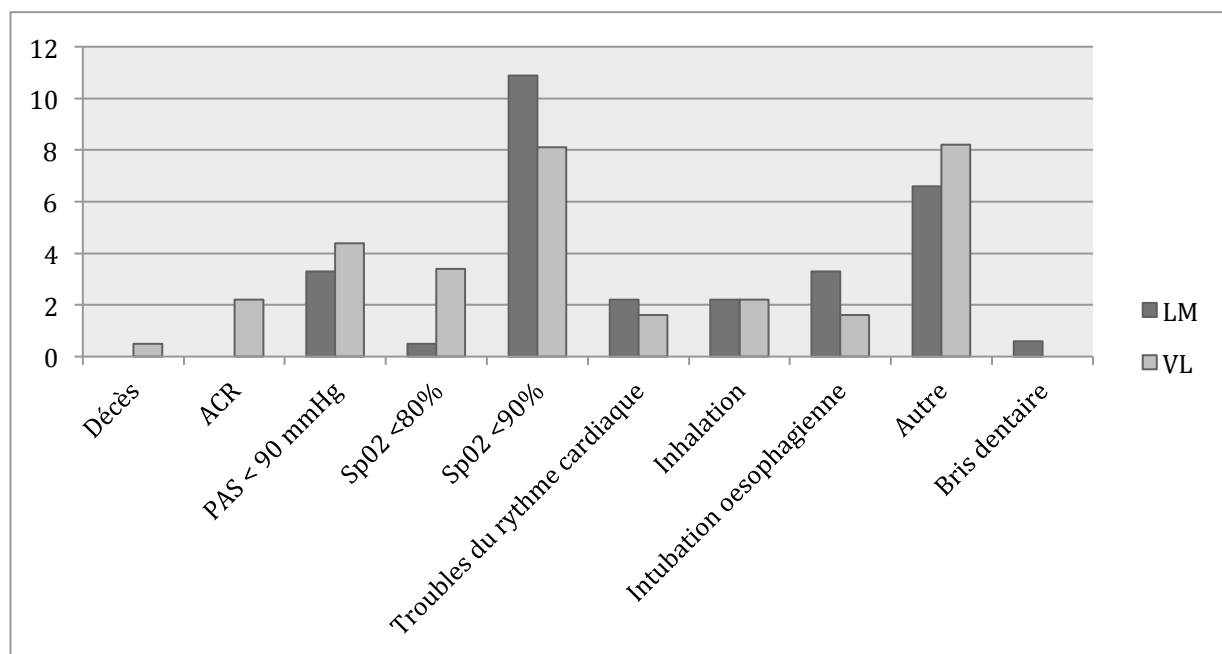


Figure 2 : Taux de complications par groupe (exprimé en pourcentage)

Une analyse en sous-groupe des patients présentant un P/F<200, un P/F<150 à l'admission ne permet pas de prédire la survenue d'une SpO2<80% durant la procédure d'intubation (**figure 3**).

3.5 Données de suivi

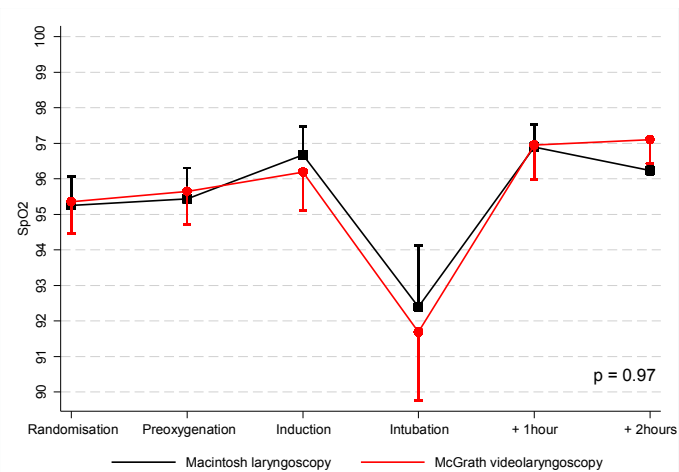
L'évolution dans le service de réanimation ne montre pas de différence significative entre les 2 groupes. Les résultats sont résumés dans le **tableau 4**.

Tableau 4 : Données de suivi

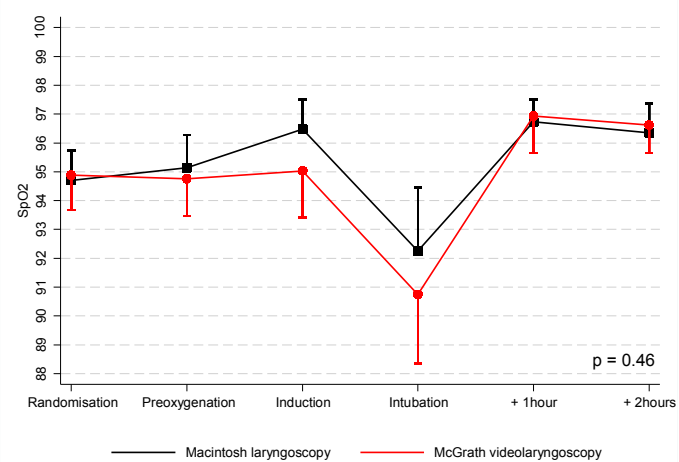
	Groupe LM (n=185)	Groupe VL (n=186)	p
Score SOFA à J1	8 [5 – 11]	8 [5 – 11]	0,79
Durée de VM (jours)	8,0 +/- 11,1	7,3 +/- 10,3	0,31*
VFDs (jours)	14,6 +/- 11,5	15,5 +/- 11,6	0,46
Durée de séjour en réanimation (jours)	11,7 +/- 13,6	13 +/- 14,9	0,46*
Décès en réanimation	58 +/- 31,4	57 +/- 30,6	0,88

Les résultats sont exprimés en nombre et proportion (%) de patients, en moyenne $\pm$ écart-type ou en médiane et percentiles [25 – 75], VM : ventilation mécanique ; VFDs : Ventilation Free Days

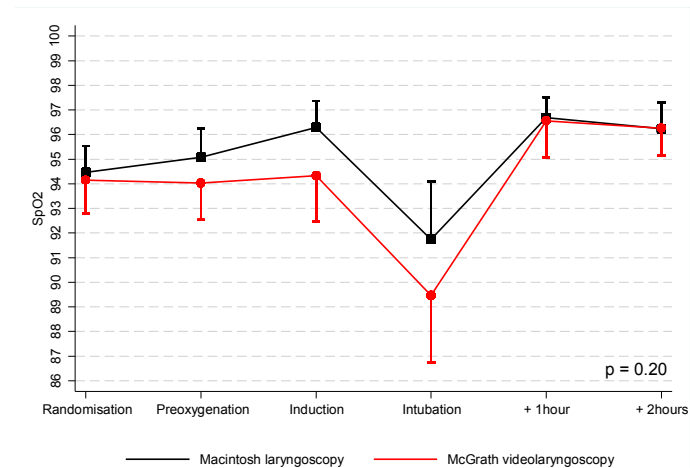
* Ne prend pas en compte les décès



Tous les patients (n=371)



P/F < 200 (n=222)



P/F < 150 (n=197)

Figure 3 : Evolution de la SpO2 durant la procédure (analyse en sous-groupe)

4 Discussion

Le taux de réussite à la première laryngoscopie avec le vidéolaryngoscope ne diffère pas significativement par rapport au laryngoscope standard de Macintosh (68,5% versus 71,4% $p=0,54$). Le taux de réussite à la première laryngoscopie est conforme à nos hypothèses avec notamment un pourcentage proche de 70% pour une première laryngoscopie réalisée par des non experts. On note une amélioration de la vision glottique avec le vidéolaryngoscope sans cependant faciliter l'intubation suite à un défaut de cathétérisation de la trachée dans la majorité des cas. Ces résultats restent non significatifs après ajustement sur le niveau de l'opérateur ou chez les patients à risque d'intubation difficile. Nous observons une augmentation des complications majeures (décès, arrêt cardiorespiratoire, PAS inférieure à 90 mmHg et SpO2 inférieure à 80%) dans le groupe vidéolaryngoscope (9,5% versus 2,8% $p=0,01$).

4.1 Comparaison aux données de la littérature

Nous avons choisi le vidéolaryngoscope McGrath Mac® parmi ces nouveaux dispositifs car il a comme caractéristique principale d'avoir une lame semblable à celle du laryngoscope de Macintosh permettant d'une part de simplifier l'apprentissage, et d'autre part de rendre possible une vision directe de la glotte et donc une technique d'intubation standard, semblable à celle du laryngoscope de Macintosh, en cas de nécessité (53). A notre connaissance, 2 études à ce jour ont comparé le vidéolaryngoscope McGrath Mac® au laryngoscope direct de Macintosh en réanimation. La première, une étude avant-après retrouve des résultats en faveur du vidéolaryngoscope en mettant en évidence une diminution de l'incidence de l'intubation difficile (4% versus 16%, $p=0,01$) encore plus marquée chez les patients avec un score Macocha supérieur à 3 (57% versus 0% ; $p<0,01$) (42). Néanmoins, cette diminution d'incidence, ne s'accompagnait pas d'une amélioration du pourcentage de succès à la première laryngoscopie (69% dans le groupe laryngoscopie standard versus 79% dans le groupe vidéolaryngoscope, $p=0,13$). De plus, de nombreux patients ne recevaient pas de curare dans le groupe laryngoscopie directe. La deuxième, plus récente, est une étude randomisée américaine de 150 patients qui ne retrouve pas de différence entre les 2 dispositifs (taux de réussite dès la première laryngoscopie dans le groupe vidéolaryngoscope 68.9% versus 65.8% dans le groupe laryngoscopie directe; $p = 0.68$) (54). Dans cette étude, l'utilisation des curares a été quasi systématique (96% des patients). Néanmoins ces études étaient monocentriques, de faible effectif et les opérateurs pouvaient exclure les patients si le dispositif choisi ne leur convenait pas. Deux autres études ont montré une augmentation du taux de succès dès la première laryngoscopie avec un autre vidéolaryngoscope : le Glidescope®. *Silverberg et al* dans une étude randomisée, monocentrique ont mis en évidence une augmentation de succès dès la première laryngoscopie de 74% versus 40% ($p<0,001$) et *Lakticova et al* dans une étude avant-après de 79% versus 54% ($p<0,001$) (37, 55). Ces études mettent en évidence une différence significative mais ont des taux d'intubation réussie en laryngoscopie directe très inférieure à ceux de la littérature. En effet, les opérateurs étaient inexpérimentés et les curares n'étaient pas utilisés de façon systématique. Dans notre étude, les taux de réussite dès la première laryngoscopie sont plus élevés et ce même si les premiers opérateurs

étaient non experts (84% de non expert lors de la 1^{ère} laryngoscopie). Une méta analyse (38) suggère un intérêt majeur des vidéolaryngoscopes mais les études ne prenaient pas toujours en compte l'existence ou non d'un protocole de la procédure d'intubation permettant de limiter fortement les biais liés à une induction anesthésique ou une pré oxygénation insuffisante (4). Dans notre étude, 97,3% des patients ont reçu un curare, 99,7% un hypnotique et 100% ont été pré oxygénés conformément aux recommandations. De plus, notre randomisation était stratifiée sur le centre mais aussi sur l'expérience de l'opérateur, facteur susceptible d'impacter le nombre de tentatives d'intubation (11). Ainsi, nous retrouvons un taux de réussite dès la première laryngoscopie de 71,4% dans le groupe laryngoscopie directe car même si les opérateurs étaient non experts dans la majorité des cas, les conditions d'intubation étaient améliorées par ces procédures avec un temps suffisant pour intuber sans risque de désaturation importante. Enfin, dans une méta analyse, *Griesdale et al* montre un intérêt des vidéolaryngoscopes en anesthésie dans seulement deux conditions : lorsque les opérateurs sont inexpérimentés et quand le patient présente des critères d'intubation difficile (33). Nous ne retrouvons pas de différence significative en effectuant une stratification sur le score Macocha ou chez les patients présentant plus de 2 critères d'intubation difficile avec même une tendance à une augmentation du risque d'échec chez ces patients dans le groupe vidéolaryngoscope (OR (IC95%) 3,47 (0,73-16,53) p=0,12).

4.2 Complications

Dans une étude randomisée comparant le vidéolaryngoscope Glidescope® ou le laryngoscope de Macintosh lors de l'intubation de patients polytraumatisés, *Yeatts et al* ont observé une augmentation de la mortalité et de la désaturation sévère inférieure à 80% dans le sous-groupe de patients traumatisés crâniens (39). Ils expliquaient cette différence par une augmentation de la durée de la procédure dans le groupe vidéolaryngoscope (74 secondes versus 65 secondes). Dans notre étude, les durées de procédures sont équivalentes (Médiane 3 minutes [2-4] dans les 2 groupes) ne permettant pas de retenir la même hypothèse. La grande différence entre les 2 groupes est liée à l'amélioration de la vision glottique avec le groupe vidéolaryngoscope, qui entraîne possiblement un sentiment de « fausse sécurité ». Il est en effet possible que l'opérateur, ayant une bonne vision glottique, insiste plus longtemps pour insérer la sonde, diminuant ainsi les périodes de ré-oxygénation entre les tentatives d'intubation et augmentant aussi le risque d'œdème laryngé et de désaturation. Néanmoins l'utilisation d'une ventilation au masque facial n'a pas été plus fréquente dans le groupe vidéolaryngoscope. Parallèlement, *Griesdale et al* ont observé également une différence entre les SpO2 les plus basses (86% dans le groupe VL versus 95% en laryngoscopie directe (p=0,04) (36). Dans plusieurs études (36-38, 55), les épisodes de désaturation sont plus fréquents et/ou plus marqués dans les groupes vidéolaryngoscope sans que les résultats ne soient toujours significatifs. Enfin, l'absence d'alignement de l'axe oro-pharyngo-laryngé lors de la laryngoscopie indirecte est peut être responsable d'une obstruction purement mécanique. Dans notre étude, le taux de complications global entre les 2 groupes est de seulement 13,4%, prouvant ainsi que la prise en charge des patients était optimale limitant ainsi les biais par des facteurs de confusions. En

effet, la protocolisation de la procédure permet de réduire à elle seule les complications liées à l'intubation (21% versus 34%) (13).

4.3 Mandrin

L'ensemble des études portant sur les vidéolaryngoscopes retrouve une amélioration de la vision glottique grâce à ces dispositifs. Cependant, la difficulté principale est d'arriver à insérer la sonde dans la trachée malgré un axe oro-pharyngo-laryngé non aligné notamment pour les vidéolaryngoscopes sans canal opérateur. Toutes les études sur les vidéolaryngoscopes rapportent cette difficulté d'insertion de la sonde (56). La plupart de ces vidéolaryngoscopes font partis des dispositifs sans canal opérateur. L'autre catégorie de vidéolaryngoscope avec canal opérateur (Airtraq®, Kingvision®) a peut-être un intérêt car la cathétérisation de la trachée est probablement facilitée. Cependant, les données au bloc opératoire ne sont pas concluantes (57). Dans les pays anglo-saxons, il est recommandé d'utiliser un mandrin court pour permettre d'ajouter un angle distal à la sonde de 60° afin d'aider à résoudre ce problème (27, 58). Cependant, le risque de lésion traumatique secondaire au mandrin n'est pas nul notamment avec les vidéolaryngoscopes car toute l'insertion initiale dans le pharynx se fait à l'aveugle contrairement à la laryngoscopie directe (59). Il existe également un risque de lésion à l'insertion des vidéolaryngoscopes avec canal opérateur (60) et ce risque persiste que l'on utilise des mandrins courts ou long (61). L'utilisation des mandrins longs (bougies) n'est pas moins efficace que celle des mandrins courts (stylet) (62, 63). Néanmoins, les résultats restent controversés (64, 65). Certains auteurs montrent cependant que le taux d'intubation dès le premier essai peut atteindre 90% sans utiliser de mandrin avec un vidéolaryngoscope (Storz VideoMac®) ayant une lame proche de celle de Macintosh (66). En effet, ce type de vidéolaryngoscopes comme le MacGrath Mac® permet de mieux aligner l'axe oro-pharyngo-laryngé grâce à la forme, facilitant ainsi l'insertion de la sonde (66-68). Dans notre étude, 41 patients sur 186 (22%) intubés avec le vidéolaryngoscope ont présenté une difficulté de cathétérisation de la trachée alors qu'un mandrin a été utilisé chez seulement 22 patients. Cependant, notre taux de réussite dès la première laryngoscopie reste équivalent à ceux retrouvés dans les centres qui utilisent plus fréquemment ces mandrins (42, 54).

4.4 Limites de l'étude

Notre essai a été réalisé en ouvert. Néanmoins, le critère principal de jugement était lié à la surveillance de la capnographie permettant de s'assurer du caractère intratrachéale de la sonde d'intubation. En effet, de nombreuses études portant sur l'intubation prennent en compte la durée de la procédure mais celle-ci varie beaucoup en fonction des limites définies pour le début et la fin. D'autres études ont pris en compte la vision glottique mais celle-ci ne correspond pas toujours à une intubation réussie et de plus, un biais lié au jugement de l'opérateur peut exister. Dans notre étude, toute tentative d'introduction du laryngoscope dans la bouche du patient était considérée comme un essai. En effet, il existe une corrélation forte entre le nombre de tentatives de laryngoscopies et la

survenue de complications graves (4-9). Nous avons estimé le taux de réussite à l'intubation avec le laryngoscope standard à 65% alors que nous retrouvons un taux de succès à hauteur de 71%. Néanmoins, celui-ci reste en accord avec notre hypothèse initiale. Cette valeur est supérieure aux données connues de la littérature mais est probablement liée au fait que chaque centre a utilisé un protocole de prise en charge bien établi et les critères d'intubation difficile étaient obligatoirement recherchés. Les opérateurs avaient une expérience plus grande dans l'utilisation du laryngoscope de Macintosh que pour le MacGrath Mac® mais notre objectif était de montrer que le vidéolaryngoscope serait un dispositif facilitant l'intubation notamment chez les opérateurs non experts. Au final, malgré une expérience très faible pour l'un ou l'autre dispositif chez les opérateurs non experts, le vidéolaryngoscope MacGrath® ne facilite pas la procédure d'intubation par rapport au laryngoscope de Macintosh.

5 Conclusion

L'utilisation du vidéolaryngoscope MacGrath® de manière systématique pour l'intubation de tous les patients de réanimation n'apporte pas de bénéfice supplémentaire par rapport au laryngoscope standard de Macintosh. On observe une augmentation de la fréquence des complications sévères lors de l'utilisation de ce dispositif. L'utilisation d'un protocole systématique d'intubation dans les services apparaît primordiale pour diminuer le taux de complications avant d'introduire de nouvelles techniques d'intubation. Il est important également que les opérateurs soient entraînés, quelque soit le dispositif utilisé, afin de limiter le risque d'échec d'intubation.

6 Bibliographie

1. Crosby ET, Cooper RM, Douglas MJ, Doyle DJ, Hung OR, Labrecque P, et al. The unanticipated difficult airway with recommendations for management. *Can J Anaesth*. 1998;45(8):757-76.
2. Schwartz DE, Matthay MA, Cohen NH. Death and other complications of emergency airway management in critically ill adults. A prospective investigation of 297 tracheal intubations. *Anesthesiology*. 1995;82(2):367-76.
3. Mort TC. The incidence and risk factors for cardiac arrest during emergency tracheal intubation: a justification for incorporating the ASA Guidelines in the remote location. *Journal of clinical anesthesia*. 2004;16(7):508-16.
4. Mosier JM, Whitmore SP, Bloom JW, Snyder LS, Graham LA, Carr GE, et al. Video laryngoscopy improves intubation success and reduces esophageal intubations compared to direct laryngoscopy in the medical intensive care unit. *Critical care*. 2013;17(5):R237.
5. Griesdale DE, Bosma TL, Kurth T, Isac G, Chittock DR. Complications of endotracheal intubation in the critically ill. *Intensive care medicine*. 2008;34(10):1835-42.
6. Jaber S, Amraoui J, Lefrant JY, Arich C, Cohendy R, Landreau L, et al. Clinical practice and risk factors for immediate complications of endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multiple-center study. *Critical care medicine*. 2006;34(9):2355-61.
7. Mort TC. Emergency tracheal intubation: complications associated with repeated laryngoscopic attempts. *Anesthesia and analgesia*. 2004;99(2):607-13.
8. Sakles JC, Chiu S, Mosier J, Walker C, Stolz U. The importance of first pass success when performing orotracheal intubation in the emergency department. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2013;20(1):71-8.
9. Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW. Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology*. 2005;103(1):33-9.
10. Hirsch-Allen AJ, Ayas N, Mountain S, Dodek P, Peets A, Griesdale DE. Influence of residency training on multiple attempts at endotracheal intubation. *Can J Anaesth*. 2010;57(9):823-9.
11. Simpson GD, Ross MJ, McKeown DW, Ray DC. Tracheal intubation in the critically ill: a multi-centre national study of practice and complications. *British journal of anaesthesia*. 2012;108(5):792-9.
12. Heuer JF, Barwing TA, Barwing J, Russo SG, Bleckmann E, Quintel M, et al. Incidence of difficult intubation in intensive care patients: analysis of contributing factors. *Anaesth Intensive Care*. 2012;40(1):120-7.
13. Jaber S, Jung B, Corne P, Sebbane M, Muller L, Chanques G, et al. An intervention to decrease complications related to endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multiple-center study. *Intensive care medicine*. 2010;36(2):248-55.
14. Jabre P, Combes X, Lapostolle F, Dhaouadi M, Ricard-Hibon A, Vivien B, et al. Etomidate versus ketamine for rapid sequence intubation in acutely ill patients: a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*. 2009;374(9686):293-300.
15. Conférence de. Société française d'anesthésie et de réanimation. Conférence d'experts. Intubation difficile.
16. Di Filippo A, Gonnelli C. Rapid sequence intubation: a review of recent evidences. *Reviews on recent clinical trials*. 2009;4(3):175-8.

17. Mosier JM, Sakles JC, Stolz U, Hypes CD, Chopra H, Malo J, et al. Neuromuscular blockade improves first-attempt success for intubation in the intensive care unit. A propensity matched analysis. *Ann Am Thorac Soc*. 2015;12(5):734-41.
18. Mort TC, Waberski BH, Clive J. Extending the preoxygenation period from 4 to 8 mins in critically ill patients undergoing emergency intubation. *Critical care medicine*. 2009;37(1):68-71.
19. Baillard C, Fosse JP, Sebbane M, Chanques G, Vincent F, Courouble P, et al. Noninvasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2006;174(2):171-7.
20. Cook TM, Woodall N, Harper J, Benger J, Fourth National Audit P. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 2: intensive care and emergency departments. *British journal of anaesthesia*. 2011;106(5):632-42.
21. Amathieu R, Combes X, Abdi W, Housseini LE, Rezzoug A, Dinca A, et al. An algorithm for difficult airway management, modified for modern optical devices (Airtraq laryngoscope; LMA CTrach): a 2-year prospective validation in patients for elective abdominal, gynecologic, and thyroid surgery. *Anesthesiology*. 2011;114(1):25-33.
22. Futier E, Constantin JM, Pelosi P, Chanques G, Massone A, Petit A, et al. Noninvasive ventilation and alveolar recruitment maneuver improve respiratory function during and after intubation of morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesthesiology*. 2011;114(6):1354-63.
23. Henderson JJ, Popat MT, Latto IP, Pearce AC, Difficult Airway S. Difficult Airway Society guidelines for management of the unanticipated difficult intubation. *Anaesthesia*. 2004;59(7):675-94.
24. Sakles JC, Chiu S, Mosier J, Walker C. The importance of first pass success when performing orotracheal intubation in the emergency department.
25. O'Shea JK, Pinchalk ME, Wang HE. Reliability of paramedic ratings of laryngoscopic views during endotracheal intubation. *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*. 2005;9(2):167-71.
26. Szmuk P, Ezri T, Evron S, Roth Y, Katz J. A brief history of tracheostomy and tracheal intubation, from the Bronze Age to the Space Age. *Intensive Care Med*. 2008;34(2):222-8.
27. Behringer EC, Kristensen MS. Evidence for benefit vs novelty in new intubation equipment. *Anaesthesia*. 2011;66 Suppl 2:57-64.
28. Rosenstock CV, Thogersen B, Afshari A, Christensen AL, Eriksen C, Gatke MR. Awake fiberoptic or awake video laryngoscopic tracheal intubation in patients with anticipated difficult airway management: a randomized clinical trial. *Anesthesiology*. 2012;116(6):1210-6.
29. Walker L, Brampton W, Halai M. Randomized controlled trial of intubation with the McGrathw Series 5 videolaryngoscope by inexperienced anaesthetists.
30. Aziz MF, Dillman D, Fu R, Brambrink AM. Comparative effectiveness of the C-MAC video laryngoscope versus direct laryngoscopy in the setting of the predicted difficult airway. *Anesthesiology*. 2012;116(3):629-36.
31. Ng I, Sim XL, Willians D, Segal R. A randomised controlled trial comparing the McGrath(®) videolaryngoscope with the straight blade laryngoscope when used in adult patients with potential difficult airways.
32. Liu L, Yue H, Li J. Comparison of three tracheal intubation techniques in thyroid tumor patients with a difficult airway: a randomized controlled trial. *Med Princ Pract*. 2014;23(5):448-52.

33. Griesdale DE, Liu D, McKinney J, Choi PT. Glidescope(R) video-laryngoscopy versus direct laryngoscopy for endotracheal intubation: a systematic review and meta-analysis. *Can J Anaesth*. 2012;59(1):41-52.
34. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, Blitt CD, Connis RT, Nickinovich DG, et al. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology*. 2013;118(2):251-70.
35. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *British journal of anaesthesia*. 2015;115(6):827-48.
36. Griesdale DE, Chau A, Isac G, Ayas N, Foster D, Irwin C, et al. Video-laryngoscopy versus direct laryngoscopy in critically ill patients: a pilot randomized trial. *Can J Anaesth*. 2012;59(11):1032-9.
37. Silverberg M, Li N, Kory P. Efficacy of Video Laryngoscopy vs. Direct Laryngoscopy During Urgent Endotracheal Intubation: A Randomized Controlled Trial. *CHEST Journal*. 2013;144(4_MeetingAbstracts):580A.
38. De Jong A, Molinari N, Conseil M, Coisel Y, Pouzeratte Y, Belafia F, et al. Video laryngoscopy versus direct laryngoscopy for orotracheal intubation in the intensive care unit: a systematic review and meta-analysis. *Intensive care medicine*. 2014;40(5):629-39.
39. Yeatts DJ, Dutton RP, Hu PF, Chang YW, Brown CH, Chen H, et al. Effect of video laryngoscopy on trauma patient survival: a randomized controlled trial. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2013;75(2):212-9.
40. Platts-Mills TF, Campagne D, Chinnock B, Snowden B, Glickman LT, Hendey GW. A comparison of GlideScope video laryngoscopy versus direct laryngoscopy intubation in the emergency department. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2009;16(9):866-71.
41. Wang HE, Seitz SR, Hostler D, Yealy DM. Defining the learning curve for paramedic student endotracheal intubation. *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*. 2005;9(2):156-62.
42. De Jong A, Clavieras N, Conseil M, Coisel Y, Moury PH, Pouzeratte Y, et al. Implementation of a combo videolaryngoscope for intubation in critically ill patients: a before-after comparative study. *Intensive care medicine*. 2013;39(12):2144-52.
43. Bailly A, Lascarrou JB, Reignier J. Intubation en réanimation par les internes avec un vidéolaryngoscope: étude comparative avec un laryngoscope standart. *Réanimation*. 2014;23(1):94-7.
44. Roux D, Reignier J, Thiery G, Boyer A, Hayon J, Souweine B, et al. Acquiring procedural skills in ICUs: a prospective multicenter study*. *Critical care medicine*. 2014;42(4):886-95.
45. De Jong A, Molinari N, Terzi N, Mongardon N, Arnal JM, Guitton C, et al. Early identification of patients at risk for difficult intubation in the intensive care unit: development and validation of the MACOCHA score in a multicenter cohort study. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2013;187(8):832-9.
46. McCrory JW, Matthews JN. Comparison of four methods of preoxygenation. *British journal of anaesthesia*. 1990;64(5):571-6.
47. Hett DA, Geraghty IF, Radford R, House JR. Routine pre-oxygenation using a Hudson mask. A comparison with a conventional pre-oxygenation technique. *Anaesthesia*. 1994;49(2):157-9.
48. Robinson A, Ercole A. Evaluation of the self-inflating bag-valve-mask and non-rebreather mask as preoxygenation devices in volunteers. *BMJ Open*. 2012;2(5).

49. Sinclair RC, Luxton MC. Rapid sequence induction. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain*. 2005;5(2):45-8.
50. Jung B, Chanques G, Sebbane M, Verzilli D, Jaber S. Les modalités de l'intubation en urgence et ses complications. *Réanimation*. 2008;17(8):753-60.
51. Combes X, Pean D, Lenfant F, Francon D, Marciniak B, Legras A. [Difficult airway-management devices. Establishment and maintenance: question 4. *Société Française d'Anesthésie et de Réanimation*]. *Annales françaises d'anesthésie et de réanimation*. 2008;27(1):33-40.
52. Bailly A, Lascarrou JB, Le Thuaut A, Boisrame-Helms J, Kamel T, Mercier E, et al. McGrath MAC videolaryngoscope versus Macintosh laryngoscope for orotracheal intubation in intensive care patients: the randomised multicentre MACMAN trial study protocol. *BMJ Open*. 2015;5(12):e009855.
53. Ray DC, Billington C, Kearns PK, Kirkbride R, Mackintosh K, Reeve CS, et al. A comparison of McGrath and Macintosh laryngoscopes in novice users: a manikin study. *Anaesthesia*. 2009;64(11):1207-10.
54. David R. Janz M, MSc1; Matthew W. Semler, MD2; Robert J. Lentz, MD2; Daniel T. Matthews, MD2; Tufik R. Assad, MD2; Brett C. Norman, MD2; Raj D. Keriwala, MD, MPH2; Benjamin A. Ferrell, MD2; Michael J. Noto, MD, PhD2; Ciara M. Shaver, MD, PhD2; Bradley W. Richmond, MD2; Jeannette Zinggeler Berg M, PhD2; Todd W. Rice, MD, MSc2; for the Facilitating Endotracheal Intubation by Laryngoscopy technique and apneic Oxygenation Within the ICU Investigators and the Pragmatic Critical Care Research Group. *Randomized Trial of Video Laryngoscopy for Endotracheal Intubation of Critically Ill Adults*. *Critical care medicine*. 2016.
55. Lakticova V, Koenig SJ, Narasimhan M, Mayo PH. Video Laryngoscopy is Associated With Increased First Pass Success and Decreased Rate of Esophageal Intubations During Urgent Endotracheal Intubation in a Medical Intensive Care Unit When Compared to Direct Laryngoscopy. *Journal of intensive care medicine*. 2013.
56. Hypes CD, Sakles JC, Mosier JM. Reply: Video Laryngoscopy: Take It to the Floor. *Ann Am Thorac Soc*. 2016;13(7):1193-4.
57. Kleine-Brueggeney M, Greif R, Schoettker P, Savoldelli GL, Nabecker S, Theiler LG. Evaluation of six videolaryngoscopes in 720 patients with a simulated difficult airway: a multicentre randomized controlled trial. *British journal of anaesthesia*. 2016;116(5):670-9.
58. Shippey B, Ray D, McKeown D. Case series: the McGrath videolaryngoscope--an initial clinical evaluation. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthésie*. 2007;54(4):307-13.
59. Cooper RM. Complications associated with the use of the GlideScope videolaryngoscope. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthésie*. 2007;54(1):54-7.
60. Shimada N, Hirabayashi Y. Tonsillar injury caused by the Airtraq optical laryngoscope in children. *Journal of clinical anaesthesia*. 2011;23(4):344-5.
61. Grape S, Schoettker P. The role of tracheal tube introducers and stylets in current airway management. *J Clin Monit Comput*. 2016.
62. Noguchi T, Koga K, Shiga Y, Shigematsu A. The gum elastic bougie eases tracheal intubation while applying cricoid pressure compared to a stylet. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthésie*. 2003;50(7):712-7.
63. Gataure PS, Vaughan RS, Latta IP. Simulated difficult intubation. Comparison of the gum elastic bougie and the stylet. *Anaesthesia*. 1996;51(10):935-8.
64. Nielsen AA, Hope CB, Bair AE. GlideScope Videolaryngoscopy in the Simulated Difficult Airway: Bougie vs Standard Stylet. *West J Emerg Med*. 2010;11(5):426-31.

65. Batuwitage B, McDonald A, Nishikawa K, Lythgoe D, Mercer S, Charters P. Comparison between bougies and stylets for simulated tracheal intubation with the C-MAC D-blade videolaryngoscope. *Eur J Anaesthesiol.* 2015;32(6):400-5.
66. van Zundert A, Maassen R, Lee R, Willems R, Timmerman M, Siemonsma M, et al. A Macintosh laryngoscope blade for videolaryngoscopy reduces stylet use in patients with normal airways. *Anesthesia and analgesia.* 2009;109(3):825-31.
67. Maassen R, Lee R, Hermans B, Marcus M, van Zundert A. A comparison of three videolaryngoscopes: the Macintosh laryngoscope blade reduces, but does not replace, routine stylet use for intubation in morbidly obese patients. *Anesthesia and analgesia.* 2009;109(5):1560-5.
68. Wallace CD, Foulds LT, McLeod GA, Younger RA, McGuire BE. A comparison of the ease of tracheal intubation using a McGrath MAC((R)) laryngoscope and a standard Macintosh laryngoscope. *Anaesthesia.* 2015;70(11):1281-5.

7 Annexes

Annexe 1 : Score de MACOCHA

	Points
Facteurs de risque liés au patient	
- Score de Mallampati III ou IV	5
- Syndrome d'apnée obstructive	2
- Diminution de la mobilité du rachis cervical	1
- Limitation de l'ouverture de bouche < 3 cm	1
Facteurs liés à la pathologie	
- Coma	1
- Hypoxémie sévère (<80%)	1
Facteurs liés à l'opérateur	
- Non anesthésiste	1
Total	12

Score de 0 à 12 : 0 : intubation facile, 12 : intubation très difficile

Score Macocha > 3 : risque d'intubation difficile

Annexe 2 : Score de POGO

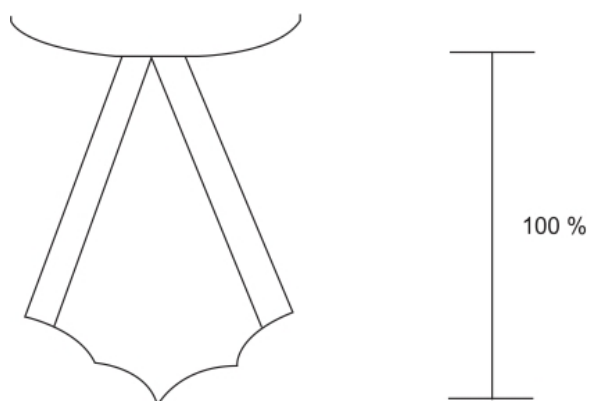


Figure 1: Score de pourcentage d'ouverture glottique (POGO). Il est représenté par la portion de glotte visualisée. Ce score varie de 0% quand aucune structure de la glotte n'est visualisée à 100% quand une vue complète de la glotte est visualisée incluant la commissure antérieure.

Annexe 3 : Score de Cormack



Vu, le Président du Jury,
(tampon et signature)

Vu, le Directeur de Thèse,
(tampon et signature)

Vu, le Doyen de la Faculté,
(tampon et signature)

Comparaison entre le vidéolaryngoscope MacGrath® et le laryngoscope de Macintosh pour l'intubation des patients en réanimation
Etude randomisée multicentrique ouverte : MACMAN

Introduction : Les patients de réanimation sont à haut risque de complications lors de l'intubation car ils présentent des défaillances respiratoires, hémodynamiques et neurologiques qui s'associent et se surajoutent. Actuellement, l'intubation est réalisée à l'aide du laryngoscope de Macintosh permettant une vision directe de la glotte lorsque l'axe oro-pharyngo-laryngé est aligné. Les vidéolaryngoscopes pourraient améliorer ces conditions en améliorant la vision glottique et facilitant la procédure notamment chez les opérateurs non experts.

Notre objectif est donc de déterminer si le vidéolaryngoscope MacGrath Mac® améliore le taux de succès dès la première laryngoscopie par rapport au laryngoscope standard de Macintosh pour tous les patients de réanimation requérant une intubation.

Matériels et Méthodes : Il s'agissait d'une étude randomisée, de supériorité, ouverte, multicentrique conduite de Mai 2015 à Décembre 2015 dans 7 services de réanimations françaises. Nous avons comparé la proportion de succès dès la première laryngoscopie entre le vidéolaryngoscope MacGrath® (VL) et le laryngoscope de Macintosh (LM). Les critères secondaires étaient la durée, les conditions et les complications lors de la procédure.

Résultats : Trois cent soixante et onze patients ont été randomisés. La proportion de patients intubés dès la première laryngoscopie ne présente pas de différence significative entre le groupe VL et le groupe LM (67,8% vs 70,3% ; $p=0,54$). La durée de la procédure est équivalente entre les 2 groupes (3 min (2-4) vs 3 min (2-4) ; $p=0,95$). L'utilisation de mandrin long béquillés lors de la première laryngoscopie a été plus fréquente dans le groupe VL (12,5% versus 5,5% ; $p=0,03$). Le vidéolaryngoscope est associé à une augmentation des complications sévères (9,5% versus 2,8% ; $p=0,01$) mais il n'y a pas de différence pour les complications modérées (5,4% versus 7,7% ; $p=0,37$).

Conclusion : L'utilisation systématique du vidéolaryngoscope MacGrath® n'améliore pas le taux de succès dès la première laryngoscopie. Il est associé à une augmentation du risque de complications majeures. D'autres études sont nécessaires pour mieux préciser la place des vidéolaryngoscope lors de l'intubation en réanimation.

Mots clés : Intubation, vidéolaryngoscope, service de réanimation, urgence, complications