



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة باجي مختار عنابة
UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR - ANNABA
كلية الطب / قسم الطب
FACULTÉ DE MÉDECINE / DÉPARTEMENT DE MÉDECINE
نيابة العمادة لما بعد التخرج. البحث العلمي والعلاقات الخارجية
VICE-DÉCANAT CHARGÉE DE LA POST-GRADUATION, DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET DES RELATIONS EXTÉRIEURES

THÈSE
EN VUE DE L'OBTENTION DU DOCTORAT EN SCIENCES
MEDICALES EN ANESTHÉSIE-RÉANIMATION

PLANIFICATION DE LA GESTION DES VOIES
RESPIRATOIRES DIFFICILES EN CHIRURGIE ORL
ET DU COU AU CHU D'ANNABA

Par :
Dr Karima SOUCI
Maitre-assistante en Anesthésie-Réanimation
Faculté de Médecine d'Annaba

Le Jury :

Pr Smail KHAROUBI	Président	Université d'Annaba
Pr Mahfoud DJEBIEN	Directeur	Université d'Annaba
Pr Hichem MAKHLOUFI	Examineur	Université de Constantine
Pr Mourad LAHMAR	Examineur	Université de Batna
Pr Meriem BOUCHAREB	Examineur	Université d'Annaba

Année universitaire 2024-2025

REMERCIEMENTS

A Mon Président du jury de Thèse

Monsieur le Professeur Smail KHAROUBI

Professeur Hospitalo-Universitaire en ORL et Chirurgie de la Face et du Cou, Faculté de Médecine d'Annaba

Médecin Chef de service ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Centre Hospitalo-Universitaire d'Annaba

Professeur,

Je tiens à vous exprimer ma profonde gratitude et mon plus grand respect pour l'honneur que vous m'avez fait en acceptant de présider cette soutenance.

Votre bienveillance, votre écoute attentive et la finesse de vos remarques, à la fois pertinentes et constructives, ont largement contribué à faire de ce moment un temps fort de mon parcours académique.

Votre expertise, la rigueur de votre jugement scientifique et la justesse de vos appréciations ont apporté un éclairage précieux à ce travail de recherche.

Je vous suis sincèrement reconnaissante pour la qualité de votre engagement et pour l'intérêt que vous avez porté à cette étude.

REMERCIEMENTS

A Mon Directeur de Thèse

Professeur Mahfoud DJEBIEN

Professeur Hospitalo-Universitaire en Anesthésie-Réanimation, Faculté de Médecine d'Annaba

Médecin Chef de service d'Anesthésie-Réanimation, Centre Hospitalo-Universitaire d'Annaba

Professeur,

Je vous suis profondément reconnaissante pour la confiance que vous m'avez accordée, pour la qualité de votre accompagnement et de votre encadrement, ainsi que pour la richesse de vos conseils, qui ont constitué des repères essentiels tout au long de ce travail.

L'exigence scientifique constante dont vous avez fait preuve, vos conseils avisés, votre disponibilité bienveillante et votre engagement sans faille dans le suivi de cette recherche ont été pour moi un appui inestimable.

Veillez trouver ici, Monsieur, le témoignage de mon profond respect et de ma sincère estime.

Au Membre du jury de Thèse

Professeur Hichem MAKHLOUFI

Professeur Hospitalo-Universitaire en Anesthésie-Réanimation, Faculté de Médecine de Constantine

Médecin Chef de service d'Anesthésie-Réanimation, Centre Hospitalo-Universitaire de Constantine

Professeur,

C'est pour moi un véritable honneur de vous compter parmi les membres de mon jury, et je vous remercie sincèrement d'avoir accepté de participer à cette soutenance.

Votre présence témoigne de l'intérêt que vous portez à ce travail, et constitue pour moi un encouragement précieux.

Veillez recevoir ici l'expression de ma profonde gratitude et de mon plus grand respect.

REMERCIEMENTS

Au Membre du jury de Thèse

Professeur Mourad LAHMAR

Professeur Hospitalo-Universitaire en Anesthésie-Réanimation, Faculté de Médecine de Batna
Médecin Chef de service d'Anesthésie-Réanimation, Centre de Lutte Contre le Cancer de Batna

Professeur,

C'est pour moi un véritable honneur de vous compter parmi les membres de mon jury, et je vous remercie sincèrement d'avoir accepté de participer à cette soutenance.

Votre présence constitue un témoignage d'intérêt qui confère à cette étape une portée à la fois scientifique et humaine, dont je mesure toute la valeur.

Je vous adresse ici l'expression de ma sincère gratitude et de mon profond respect.

Au Membre du jury de thèse

Professeur Meriem BOUCHAREB

Maitre de Conférences Hospitalo-universitaire classe « A » en Anesthésie-Réanimation, Faculté de Médecine d'Annaba.

Médecin Chef de service d'Anesthésie-Réanimation, EHS Mère et Enfant « Abdallah Nouaouria », El Bouni – Annaba.

Professeur,

Je vous remercie sincèrement d'avoir accepté de juger ce travail. C'est pour moi un véritable honneur que de pouvoir bénéficier de votre regard éclairé.

Je reconnais en vous un engagement remarquable dans le domaine de l'anesthésie en ORL et en chirurgie cervico-faciale, illustré par l'excellence de votre parcours professionnel.

La finesse de votre analyse, la justesse de vos remarques et la qualité de vos observations, à la fois pertinentes et constructives, constituent un apport précieux à cette soutenance.

Veillez trouver ici, Madame, l'expression de mon profond respect et de ma sincère reconnaissance.

DÉDICACE

À la mémoire de mon père,

parti trop tôt, auquel aucune parole ne saurait exprimer toute ma reconnaissance et ma gratitude.

À ma mère,

aucun hommage ne saurait être à la hauteur de tout ce que tu as fait et continues de faire pour moi, avec amour, courage et dévouement.

À mon mari,

pour ton soutien, ta patience et ta présence constante à mes côtés.

À mes enfants,

Que Dieu vous garde, vous protège et vous comble de ses bienfaits.

À mes beaux-parents,

merci pour vos prières sincères, vos encouragements et votre soutien bienveillant.

À mes sœurs, mes belles-sœurs, mes beaux-frères, ainsi qu'à mes nièces et neveux,

je vous remercie pour votre affection, vos encouragements et votre présence à chaque étape de mon parcours.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AG	Anesthésie générale
AIDAA	All India Difficult Airway Association
AIVOC	Anesthésie Intraveineuse à Objectif de Concentration
AL	Anesthésie locale
ALR	Anesthésie locorégionale
AMAR	Auxiliaire médical en anesthésie réanimation
ANZCA	Australian and New Zealand College of Anaesthetists
ASA	Société Américaine d'anesthésie
ATCD	Antécédent
BAVU	Ballon auto remplisseur à valve unidirectionnelle
BURP	Backward Upwards and Rightward Pressure
CAFG	Canadian Airway Focus Group
C/L	Cormack-Lehane
CE	Conférence d'Experts
CCF	Chirurgie cervico-faciale
CF	Chirurgie faciale
CICO	Can't intubate can't oxygenate
CICV	Can't intubate can't ventilate
cm	Centimètre
CO₂	Dioxyde de carbone
CT- scan	Computerized tomography - scanner
DAS	Difficult Airway Society
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin
DL	Laryngoscopie directe
DNS	Données non significatives
DS	Données significatives
DSG	Dispositif supra-glottique
DTM	Distance thyro-mentale
EGRI	El-Ganzouri risk index
ET	Ecart type
ESA	European Society of Anaesthesiology and Intensive Care
EVA	Echelle visuelle analogique
FC	Fréquence cardiaque
FOB	Fibroscopie bronchique souple
FONA	Emergency Front Of Neck Access
FiO₂	Fraction inspirée en oxygène
FR	Facteur de risque
GEB	Gum elastic bougie
GMN	Goitre multi nodulaire
IC	Intervalle de confiance
ID	Intubation difficile
IDS	Intubation Difficulty Scale
IMC	Indice de masse corporel
IOT	Intubation orotrachéale
ISR	Induction à séquence rapide
MAR	Médecin anesthésiste réanimateur
Max	Maximum

Min	Minimum
mm	Millimètre
N	Nombre
NAP4	Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the
O₂	Oxygène
OB	Ouverture de la bouche
OR	Odds Ratio
ORL	Oto-rhino-laryngologie
p	Pvalue
POGO	Pourcentage d'ouverture de la glotte
Q	Quartile
ROC	Receiver operating characteristic
SAD	Supraglottic airway device
SAOS	Syndrome d'apnée obstructive du sommeil
Sec	Secondes
SFAR	Société française d'anesthésie et de réanimation
SGA	Supra Glottic Airways
SIAARTI	Società Italiana di Anestesia Analgesia Rianimazione e Terapia Intensiva
Spo2	Saturation pulsée en oxygène
TA	Tension artérielle
THRIVE	Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange
USA	Etats unis d'Amérique
VADS	Voies aérodigestives supérieures
VAS	Voies aériennes supérieures
VL	Vidéo-laryngoscopie
VMD	Ventilation au masque difficile
VPN	Valeur prédictive négative
VPP	Valeur prédictive positive
VRD	Voie respiratoire difficile
VRDp	Voie respiratoire difficile prévue
VRS	Voies respiratoires supérieures
VS	Versus

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1	Organisation méthodologique de la gestion des voies respiratoires difficiles en chirurgie ORL et cervico-faciale « CHU Annaba »	24
Figure 2.1	Organisation méthodologique de l'étude	31
Figure 3.1	Évolution des pratiques de gestion des voies respiratoires de 1700 à 2025	55
Figure 3.2	Score de Cormack & Lehane	69
Figure 3.3	Théorie des trois colonnes – colonne antérieure (triangle bleu), colonne moyenne (ligne verte) et colonne postérieure (ligne rouge)	74
Figure 3.4	Distance inter incisives et score de Mallampati modifiée	79
Figure 3.5	Teste de morsure de la lèvre supérieure	80
Figure 3.6	Distance thyromentale, distance sternomentale, distance hyomentale, et degré de mobilité du rachis cervical	81
Figure 3.7	Outil cognitif de gestion des voies aériennes en urgence : Approche Vortex	88
Figure 3.8	Algorithme Vortex READY-SET-GO : Anticipation et Mise en Œuvre de la Cricothyroïdotomie en Situation d'Échec de l'Oxygénation	92
Figure 4.1	Flow-chart de la population étudiée et des répartitions méthodologiques	112
Figure 4.2	Nuage de points représentant les associations synergiques entre facteurs de risque et site anatomiques de la pathologie dans les groupes VL et DL	116
Figure 4.3	Répartition de la population d'intubation difficile selon la pathologie ORL et cervico-faciale.	117
Figure 4.4	Répartition de la population d'intubation difficile selon la pathologie cervicale	118
Figure 4.5	Répartition de la population thyroïdienne d'intubation difficile selon le type de la pathologie.	119
Figure 4.6	Répartition de la population d'intubation difficile selon la pathologie faciale	120
Figure 4.7	Forest plot issu d'un modèle de régression logistique multiple	123
Figure 4.8	Courbes ROC illustrant la sensibilité et la spécificité de plusieurs facteurs de risque anatomiques et cliniques d'intubation difficile en pathologie thyroïdienne	124
Figure 4.9	Forest plot issu d'un modèle de régression logistique multiple identifiant les facteurs associés de manière indépendante à un score d'Arné > 11 chez les patients présentant une pathologie cervicale non thyroïdienne	126
Figure 4.10	Analyse multivariée des facteurs indépendamment associés à un score d'Arné >11 en pathologie faciale.	128
Figure 4.11	Courbes ROC des facteurs prédictifs d'intubation difficile en pathologie de la face	128
Figure 4.12	Représentation graphique des odds ratios et des intervalles de confiance à 95 % issus d'une régression logistique multiple.	132
Figure 4.13	Courbes ROC illustrant la performance diagnostique de plusieurs facteurs prédictifs d'intubation difficile en pathologie laryngée.	133

Figure 4.14	Représentation graphique des odds ratios (OR) et des intervalles de confiance à 95 % des facteurs associés à un score d'Arné > 11 chez les patients présentant une pathologie de la cavité buccale.	136
Figure 4.15	Courbes ROC représentant la performance diagnostique de différents facteurs prédictifs d'intubation difficile chez les patients présentant une pathologie pharyngée	139
Figure 4.16	Représentation graphique des OR ajustés et intervalles de confiance à 95% des facteurs associés à un score d'Arné > 11 chez les patients atteints de pathologie naso-sinusienne.	143
Figure 4.17	Boxplot comparatif du temps d'intubation selon le score IDS chez les patients atteints de pathologie cervicale	145
Figure 4.18	Comparaison du score IDS moyen entre les deux groupes en pathologie de la face	148
Figure 4.19	Boxplot comparatif du temps d'intubation selon le score IDS chez les patients atteints de pathologie de la face.	149
Figure 4.20	Boxplot comparatif du temps d'intubation selon le score IDS chez les patients atteints de pathologie ORL	156
Figure 4.21	Variations de la fréquence cardiaque au cours d'une intubation difficile en pathologie cervico faciale	163
Figure 4.22	Variations de la PAS au cours d'une intubation difficile en pathologie cervico-faciale	163
Figure 4.23	Variations de la PAD au cours d'une intubation difficile en chirurgie cervicale	164
Figure 4.24	Variations de la PAM au cours d'une intubation difficile en chirurgie cervico-faciale	164
Figure 4.25	Variations de la fréquence cardiaque et PAS au cours d'une intubation difficile en chirurgie de l'oreille	166
Figure 4.26	Variations de la fréquence cardiaque et PAS au cours d'une intubation difficile en pathologie du nez et des sinus	166
Figure 4.27	Variations de la fréquence cardiaque et PAS au cours d'une intubation difficile en pathologie pharyngée	167
Figure 4.28	Variations de la fréquence cardiaque et PAS au cours d'une intubation difficile en pathologie de la cavité buccale	167
Figure 4.29	Variations de la fréquence cardiaque et PAS au cours d'une intubation difficile en pathologie laryngée	168
Figure 4.30	Variation de la PAM selon la technique d'intubation	168
Figure 4.31	Evolution de la saturation en oxygène durant la séquence d'intubation difficile en chirurgie CF	170
Figure 4.32	Evolution de la saturation en oxygène durant la séquence d'intubation difficile en chirurgie de l'oreille	170
Figure 4.33	Evolution de la saturation en oxygène durant la séquence d'intubation difficile en chirurgie du nez et des sinus	171
Figure 4.34	Evolution de la saturation en oxygène durant la séquence d'intubation difficile en pathologie pharyngée	171
Figure 4.35	Evolution de la saturation en oxygène durant la séquence d'intubation difficile en pathologie de la cavité buccale	172

Figure 4.36	Evolution de la saturation en oxygène durant la séquence d'intubation difficile en pathologie laryngée	172
Figure 4.37	Boxplot des saturations minimales en oxygène	173
Figure 4.38	Répartition comparative des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie cervico-faciale	174
Figure 4.39	Analyse comparative des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie de l'oreille	175
Figure 4.40	Etude comparative des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie du nez et des sinus	175
Figure 4.41	Etude comparative des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie pharyngée	176
Figure 4.42	Etude comparative des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie de la cavité buccale	176
Figure 4.43	Etude comparative des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie laryngée	177
Figure 4.44	Supériorité de la vidéolaryngoscopie dans la réduction des complications- analyse comparative par forest plot	178
Figure 4.45	Fréquence des indications d'intubation éveillée en chirurgie ORL et cervico-faciale	179
Figure 4.46	Répartition étiologique des indications d'intubation éveillée en ORL et chirurgie cervico-faciale	180
Figure 4.47	Fréquence des complications post-intubation éveillée en pathologie ORL et cervico-faciale	186
Figure 4.48	Régression logistique – Impact de la technique, de l'expérience et de la charge mentale sur le succès d'intubation	194
Figure 4.49	Analyse comparative des compétences technique VL vs DL, par groupe professionnel	196
Figure 4.50	Analyse comparative des compétences non technique VL vs DL, par groupe professionnel	197
Figure 6.1	Prototype de fiche évaluation des voies respiratoires en chirurgie ORL et cervico-faciale- CHU Annaba	238
Figure 6.2	Protocole local de prise en charge des voies respiratoires difficiles prévues, chirurgie ORL-cervico faciale- CHU d'Annaba.	241

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1	Matériel de Gestion des VRD-Bloc opératoire ORL et CCF - CHU Annaba	29
Tableau 3.1	Comparatif des recommandations Internationales pour la gestion des voies respiratoires difficiles	56
Tableau 3.2	Caractéristiques des principaux vidéolaryngoscopes commercialisés	62
Tableau 4.1	Répartition selon les caractéristiques générales de la population	114
Tableau 4.2	Répartition selon les antécédents cliniques spécifiques	115
Tableau 4.3	Répartition des patients selon le site de la pathologie chirurgicale	117
Tableau 4.4	Association entre les pathologies cervicales et le score d'Arné	118
Tableau 4.5	Répartition des patients selon le site de la pathologie ORL	120
Tableau 4.6	Répartition des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie thyroïdienne	122
Tableau 4.7	Analyse de la régression logistique multiple identifiant les facteurs indépendamment associés à un score d'Arné > 11	123
Tableau 4.8	Analyse des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie cervicale non thyroïdienne	125
Tableau 4.9	Résultats d'une régression logistique multiple identifiant les facteurs indépendamment associés à un score d'Arné >11, chez les patients présentant une pathologie cervicale non thyroïdienne	126
Tableau 4.10	Etude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie de la face	127
Tableau 4.11	Répartition des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie laryngée	129
Tableau 4.12	Etude statistique des facteurs prédictifs selon la localisation et la nature des pathologies laryngées	131
Tableau 4.13	Etude comparative de performance des prédicteurs d'intubation difficile	132
Tableau 4.14	Evaluation des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie de la cavité buccale	134
Tableau 4.15	Résultats d'une régression logistique multiple identifiant les facteurs indépendamment associés à un score d'Arné >11, chez les patients présentant une pathologie de la cavité buccale.	135
Tableau 4.16	Evaluation des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie pharyngée	137
Tableau 4.17	Facteurs indépendamment associés à un score d'Arné > 11 chez les patients atteints de pathologie pharyngée : résultats de la régression logistique multiple et performances diagnostiques	138
Tableau 4.18	Evaluation des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie de l'oreille.	140
Tableau 4.19	Résultats de la régression logistique multiple identifiant les facteurs indépendamment associés à un score d'Arné > 11 chez les patients opérés pour pathologie de l'oreille	141
Tableau 4.20	Evaluation des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie du nez et des sinus	142

Tableau 4.21	Résultats d'une régression logistique multiple identifiant les facteurs indépendamment associés à un score d'Arné >11, chez les patients présentant une pathologie du nez et sinus.	142
Tableau 4.22	Evaluation des paramètres de difficulté	143
Tableau 4.23	Comparaison des taux de réussite de l'intubation entre VL et DL	144
Tableau 4.24	Comparaison du temps d'intubation entre groupe VL et groupe DL	144
Tableau 4.25	Etude statistique des Techniques d'optimisation de l'intubation en pathologie cervicale	146
Tableau 4.26	Etude du changement d'appareil pour la 2 ^{ème} tentative d'intubation	146
Tableau 4.27	Etude du changement d'appareil pour la 3 ^{ème} tentative d'intubation	147
Tableau 4.28	Paramètres d'intubation en pathologie de la face	147
Tableau 4.29	Comparaison des taux de réussite de l'intubation entre VL et DL en pathologie de la face	148
Tableau 4.30	Comparaison du temps d'intubation entre groupe VL et groupe DL	149
Tableau 4.31	Etude statistique des techniques d'optimisation de l'intubation entre groupe VL et groupe DL en pathologie de la face	150
Tableau 4.32	Etude du changement d'appareil pour la 2 ^{ème} tentative d'intubation en pathologie de la face	150
Tableau 4.33	Etude du changement d'appareil pour la 3 ^{ème} tentative d'intubation en pathologie de la face	151
Tableau 4.34	Analyse comparative des paramètres d'intubation difficile selon la pathologie ORL et la technique d'intubation (VL vs DL)	152
Tableau 4.35	Comparaison des taux de réussite de l'intubation entre VL et DL selon la pathologie ORL	153
Tableau 4.36	Comparaison du temps d'intubation à la première tentative entre groupe VL et groupe DL en fonction de la pathologie ORL	155
Tableau 4.37	Evaluation du recours aux techniques d'optimisation de l'intubation entre groupe VL et groupe DL en pathologie ORL	157
Tableau 4.38	Comparaison des taux d'échec d'intubation à la première tentative selon la technique utilisée	158
Tableau 4.39	Etude du changement d'appareil pour la 2 ^{ème} tentative d'intubation-pathologie ORL	159
Tableau 4.40	Etude du changement d'appareil pour la 3 ^{ème} tentative d'intubation-pathologie ORL	160
Tableau 4.41	Incidence d'intubation difficile prévue en pathologie ORL et cervico-faciale	161
Tableau 4.42	Incidence réelle d'intubation difficile en pathologie ORL et du cou	161
Tableau 4.43	Répartition selon les caractéristiques générales de la population	181
Tableau 4.44	Corrélation entre topographie pathologique et critères décisionnels d'intubation trachéale éveillée	183
Tableau 4.45	Répartition selon les antécédents cliniques spécifiques	183
Tableau 4.46	Synthèse des résultats du choix de la technique d'intubation éveillée en pathologie ORL et cervico-faciale du CHU d'Annaba.	185
Tableau 4.47	Etude comparative VL vs DL dans le groupe de résidents 1 ^{ère} année (novices)	189

Tableau 4.48	Etude comparative VL vs DL dans le groupe des résidents seniors (intermédiaires)	191
Tableau 4.49	Etude comparative VL vs DL dans le groupe des auxiliaires en anesthésie (experts DL)	192
Tableau 4.50	Analyse de régression logistique- facteurs de succès a l'intubation	193
Tableau 4.51	Comparaison des taux de succès à la première tentative	194
Tableau 4.52	Comparaison selon la technique utilisée (VL vs DL)	195
Tableau 4.53	Analyse multivariée	195
Tableau 5.1	Analyse de régression logistique	206
Tableau 5.2	Analyse multivariée	208
Tableau 5.3	Comparaison des recommandations internationales récentes pour la gestion des VRDp (adultes)	232

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE	20
1.1	Contexte de recherche	21
1.2	Problématique	22
2	PATIENTS ET METHODE	26
2.1	Justification locale	26
2.2	Les objectifs	27
2.3	Considérations éthiques	28
2.4	Matériels de gestion des voies respiratoires difficiles au CHU Annaba	29
2.5	Organisation méthodologique de l'étude	30
2.6	Analyse statistique	32
2.6.1	Logiciels utilisés	32
2.6.2	Outils statistiques descriptifs et analytiques	32
2.6.3	Analyses multivariées	32
2.6.4	Analyses diagnostiques : aire sous la courbe ROC	32
2.6.5	Niveau de confiance et seuil de significativité	32
2.7	Conception de l'étude	33
2.7.1	Étude technique	33
2.7.1.1	Type de l'étude	33
2.7.1.2	Randomisation	33
2.7.1.3	Population étudiée	34
2.7.1.4	Calcul de la taille de l'échantillon	34
2.7.1.5	Déroulement de l'étude et recueil des données	35
2.7.1.6	Protocole de l'étude technique	35
2.7.2	Étude de sécurité	37
2.7.2.1	Type d'étude	37
2.7.2.2	Calcul de l'échantillon	37
2.7.2.3	Population étudiée	38
2.7.2.4	Modalités de recrutement	39
2.7.2.5	Protocole d'intubation éveillée	39
2.7.2.6	Techniques d'intubation éveillée	41
2.7.2.7	Principes de base de l'extubation sécurisée	42
2.7.2.8	Analyse statistique et critères de jugement	42
2.7.3	Étude formative	43
2.7.3.1	Type d'étude	43
2.7.3.3	Population étudiée	45
2.7.3.4	Description de la courbe d'apprentissage : vidéolaryngoscopie (VL) et laryngoscopie directe (DL)	45
2.7.3.5	Stratification des opérateurs	46
2.7.3.6	Randomisation des patients	46
2.7.3.7	Protocole de l'étude	47
2.7.3.8	Critères d'évaluation	48
2.7.3.9	Analyse statistique et critères de jugement	50

3 REVUE DE LITTÉRATURE _____ 53

3.1 Gestion des voies respiratoires difficiles: revue de littérature en contexte anesthésique (1990–2025) _____ 53

3.1.1	Evolution des recommandations et des algorithmes	53
3.1.2	Evolution des techniques d'intubation trachéale	59
3.1.2.1	Laryngoscopie directe	59
3.1.2.2	Fibroskopie souple	60
3.1.2.3	Vidéolaryngoscopie	62
3.1.2.4	Dispositifs supraglottiques (SAD)	63
3.1.2.5	Laryngoscopie chirurgicale et bronchoscopie rigide	64
3.1.2.6	Accès chirurgical aux voies aériennes : cricothyroïdectomie et trachéotomie	65

3.2 Définition des concepts _____ 68

3.2.1	Qu'est-ce qu'une « voie respiratoire difficile » exactement?	68
3.2.2	La ventilation difficile au masque facial	68
3.2.3	La laryngoscopie difficile	69
3.2.4	La ventilation difficile via un dispositif supra-glottique	69
3.2.5	L'intubation trachéale difficile ou impossible	69
3.2.6	L'extubation trachéale difficile ou échouée	70
3.2.7	Voie aérienne invasive difficile ou échouée	70
3.2.8	Oxygénation impossible	70
3.2.9	Succès de l'intubation à la première tentative	70
3.2.10	Nombre critique de tentatives	71
3.2.11	Temps d'intubation	71
3.2.12	Intubation difficile prévue	71
3.2.13	Intubation difficile réelle	71
3.2.14	Difficulté de visualisation glottique	71
3.2.15	Techniques d'optimisation de l'intubation	71
3.2.16	Contre-indication à la laryngoscopie directe	72
3.2.17	Contre-indication à l'intubation fibroscopique	72

3.3 Évaluation pré-anesthésique des voies respiratoires _____ 73

3.3.1	Introduction à la théorie des trois colonnes	73
3.3.2	Identification des difficultés anatomiques de gestion des voies respiratoires	75
3.3.2.1	Les antécédents spécifiques aux difficultés de gestion des voies respiratoires	75
3.3.2.2	Examen clinique des voies respiratoires	78
3.3.2.3	L'examen conventionnel des voies respiratoires	79
3.3.3	Identification des difficultés physiologiques de gestion des voies respiratoires	85
3.3.3.1	Facteurs physiologiques influençant la gestion des voies respiratoires	85
3.3.3.2	Impact sur la stratégie de gestion des voies respiratoires	86
3.3.4	Identification et gestion des enjeux contextuels dans la prise en charge des voies respiratoires difficiles	86
3.3.4.1	Compétence technique et expérience de l'opérateur	87
3.3.4.2	Disponibilité de l'aide expérimentée et travail d'équipe	89
3.3.4.3	Impact de l'environnement sur la gestion des voies respiratoires difficiles	90
3.3.4.4	Préparation contextuelle et gestion adaptative dans la prise en charge des voies respiratoires difficiles	91

3.4 Stratégies d'oxygénation et de gestion physiologique des voies respiratoires difficiles _____ 93

3.4.1	Préoxygénation	94
3.4.1.1	Bases physiologiques de la préoxygénation	94
3.4.1.2	Objectifs cliniques de la préoxygénation	94
3.4.1.3	Techniques de préoxygénation	94

3.4.1.4	Optimisation de la préoxygénation	95
3.4.2	Oxygénation apnéique	95
3.4.2.1	Physiologie de l'oxygénation apnéique	95
3.4.2.2	Techniques d'oxygénation apnéique	95
3.4.2.3	Innovations en oxygénation apnéique	96
3.4.3	Oxygénation post-extubation	97
3.4.3.1	Risques de défaillance respiratoire post-extubation	97
3.4.3.2	Stratégies d'oxygénation post-extubation	97
3.5	Planification structurée de la stratégie de gestion d'une voie aérienne difficile	98
3.5.1	Stratégie de gestion d'une intubation trachéale difficile prévue	99
3.5.1.1	Gestion sous anesthésie générale d'une intubation trachéale difficile prévue	99
3.5.1.2	Gestion éveillée d'une d'intubation trachéale difficile prévue	99
3.5.1.3	Stratégies alternatives de gestion d'une intubation trachéale prévue	100
3.5.2	Stratégie de gestion d'une intubation trachéale difficile imprévue	101
3.5.2.1	Gestion de l'échec de la stratégie d'intubation primaire	102
3.5.2.2	Stratégies après déclaration de l'échec d'intubation	102
3.5.2.3	Stratégies après déclaration d'un échec d'oxygénation	103
3.5.3	Extubation du patient présentant une voie aérienne difficile	104
3.6	Fondements des facteurs humains appliqués à la gestion des voies respiratoires	105
3.6.1	Éléments des facteurs humains impliqués dans la gestion des voies respiratoires difficiles	105
3.6.2	Influence du facteur humain en situation critique dans la gestion des voies respiratoires difficiles	105
3.6.2.1	Charge cognitive accrue sous stress	106
3.6.2.2	Dégradation progressive de la prise de décision sous hypoxie	106
3.6.2.3	Communication inefficace sous pression temporelle	106
3.6.2.4	Principales erreurs humaines identifiées dans l'échec de gestion des voies aériennes	107
3.6.2.5	Moyens d'atténuer l'impact du facteur humain	107
3.6.3	Importance de la simulation et de la formation d'équipe dans la gestion des voies respiratoires difficiles	107
3.6.3.1	Amélioration du taux de réussite en situation de CICO :	108
3.6.3.2	Réduction du temps de décision critique	108
3.6.3.3	Formation élargie au-delà de la seule compétence technique	108
3.6.4	Objectifs pédagogiques de la simulation moderne en anesthésie des voies aériennes	108
3.6.5	Intégration des facteurs humains dans la gestion des voies respiratoires	109
3.6.6	Évaluation des Performances en Simulation	110
4	RÉSULTATS	112
4.1	Étude technique	114
4.1.1	Répartition selon les caractéristiques générales de la population	114
4.1.2	Répartition selon les antécédents spécifiques	115
4.1.3	Répartition selon le site de la pathologie chirurgicale	116
4.1.3.1	Répartition de la population d'intubation difficile selon la pathologie cervicale	118
4.1.3.2	Répartition de la population d'intubation difficile selon la pathologie de la face	119
4.1.3.3	Répartition de la population d'intubation difficile selon la pathologie ORL	120
4.1.4	Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie ORL et cervico-faciale	121
4.1.4.1	Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie cervicale	121
4.1.4.2	Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie de la face	127
4.1.4.3	Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie ORL	129
4.1.5	Étude statistique des paramètres d'intubation difficile chez les patients opérés en chirurgie ORL et cervico-faciale	143

4.1.5.1	Étude statistique des paramètres d'intubation chez les patients opérés en pathologie du cou	143
4.1.5.2	Étude statistique des paramètres d'intubation en pathologie de la face	147
4.1.5.3	Étude statistique des paramètres d'intubation chez les patients opérés en pathologie ORL	151
4.1.6	Incidence de l'intubation difficile	161
4.1.7	Étude statistique des variations hémodynamiques au cours de l'intubation difficile en pathologie ORL et cervico faciale VL vs DL	162
4.1.7.1	Étude statistique des paramètres hémodynamique au cours de l'intubation difficile en pathologie cervico faciale VL vs DL	162
4.1.7.2	Étude statistique des variations hémodynamique au cours de l'intubation difficile en pathologie ORL VL vs DL	165
4.1.8	Étude statistique de l'évolution de la saturation en oxygène durant la séquence d'intubation difficile en chirurgie ORL et cervico-faciale, VL vs DL	169
4.1.9	Étude statistique des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie ORL et cervico faciale VL vs DL	174
4.1.9.1	Étude statistique des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie cervico-faciale VL vs DL	174
4.1.9.2	Étude statistique des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie ORL VL vs DL	175
4.2	Étude de sécurité	179
4.2.1	Caractéristiques générales de la population	179
4.2.2	Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie ORL et cervico-faciale nécessitant une intubation éveillée	182
4.2.3	Étude statistique des paramètres d'intubation difficile en pathologie ORL et cervico-faciale nécessitant une intubation éveillée	184
4.2.4	Complications post-intubation éveillée en pathologie ORL et cervico-faciale	186
4.3	Étude formative	188
4.3.1	Analyse statistique	188
4.3.2	Comparaison DL vs VL selon les groupes	189
4.3.2.1	Groupe Résidents 1ère année (novices)	189
4.3.2.2	Groupe des résidents seniors (intermédiaires)	190
4.3.2.3	Groupe des auxiliaires en anesthésie (experts DL)	191
4.3.3	Analyse de régression logistique	193
4.3.4	Analyse statistique de l'impact du facteur humain sur la réussite de l'intubation difficile prévue	194
4.3.4.1	Analyse univariée	194
4.3.4.2	Analyse multivariée	195
4.3.4.3	Analyse comparative des compétences technique VL vs DL, par groupe professionnel	196
4.3.4.4	Analyse comparative des compétences non technique VL vs DL, par groupe professionnel	197
5	DISCUSSION	199
5.1	Discussion des résultats de l'étude technique	199
5.1.1	Données épidémiologiques	199
5.1.1.1	Incidence de l'intubation difficile prévue:	200
5.1.1.2	Incidence de l'intubation difficile réelle:	200
5.1.1.3	Limites des scores prédictifs:	200
5.1.1.4	Facteurs explicatifs:	200
5.1.1.5	Implications pratiques:	201

5.1.2	Analyse des caractéristiques générales de la population	201
5.1.3	Analyse de la répartition des patients selon le site de la pathologie chirurgicale	203
5.1.4	Analyse des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie ORL et cervico-faciale	204
5.1.4.1	Pathologie de la thyroïde :	204
5.1.4.2	Pathologie cervicale non thyroïdienne	206
5.1.4.3	Pathologie de la face	208
5.1.4.4	Pathologies ORL	210
5.1.5	Analyse des paramètres d'intubation difficile en pathologie ORL et cervico-faciale	212
5.1.5.1	Pathologie cervico-faciale	212
5.1.5.2	Analyse des paramètres d'intubation difficile en pathologies ORL	214
5.1.6	Analyse des variations hémodynamiques au cours de l'intubation difficile en chirurgie ORL et cervico-faciale	215
5.1.6.1	Réponse hémodynamique en pathologie cervico-faciale	215
5.1.6.2	Réponse hémodynamique selon la topographie ORL	215
5.1.6.3	Intérêt de la standardisation pharmacologique	215
5.1.7	Analyse des complications en pathologies ORL et cervico-faciales dans un contexte d'intubation difficile	216
5.1.7.1	Complications en chirurgie cervico-faciale	216
5.1.7.2	Complications en pathologies ORL	216
5.1.8	Analyse de l'évolution de la SpO ₂ au cours de l'intubation difficile en pathologies ORL et cervico-faciales dans un contexte d'intubation difficile	217
5.1.8.1	Chirurgie cervico-faciale : évolution de la SpO ₂	217
5.1.8.2	Pathologies ORL : évolution de la SpO ₂	217
5.1.8.3	Analyse comparative des saturations minimales	217
5.2	Discussion des résultats de l'étude de sécurité	218
5.2.1	Caractéristiques générales de la population	218
5.2.1.1	Indications d'intubation trachéale à l'état d'éveil en chirurgie ORL et cervico-faciale	218
5.2.1.2	Évaluation croisée des facteurs décisionnels et choix techniques	219
5.2.2	Analyse des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie ORL et cervico-faciale	220
5.2.3	Comparaison des techniques selon les contraintes anatomiques	220
5.2.4	Stratégies d'intubation trachéale éveillée en chirurgie ORL et cervico-faciale CHU Annaba	221
5.2.4.1	Intubation fibroscopique nasale éveillée en chirurgie ORL et cervico-faciale	221
5.2.4.2	Intubation vidéolaryngoscopique éveillée en chirurgie ORL et cervico-faciale	222
5.2.4.3	Trachéotomie chirurgicale programmée en chirurgie ORL et cervico-faciale	223
5.2.5	Analyse des complications de l'intubation éveillée	225
5.3	Discussion des résultats de l'étude formative	226
5.3.1	Apport de la vidéolaryngoscopie dans la formation initiale à l'intubation trachéale	226
5.3.2	Apport de la vidéolaryngoscopie chez les résidents expérimentés	228
5.3.3	Comparaison DL vs VL chez les opérateurs expérimentés (auxiliaires en anesthésie)	229
5.4	Concordance méthodologique avec les recommandations internationales	230
5.4.1	Alignement de notre stratégie locale avec les recommandations internationales (ASA 2022, DAS 2020, SFAR 2017, PUMA 2023)	230
5.4.1.1	Reconnaissance anticipée de la difficulté et planification	230
5.4.1.2	Vidéolaryngoscopie en première intention	230
5.4.1.3	Intubation à l'état d'éveil dans les situations à haut risque d'obstruction	230
5.4.1.4	Préparation, aide précoce, et recours à des techniques alternatives	230
5.4.1.5	Formation et facteur humain	231
5.4.2	Comparaison structurée des recommandations internationales	231
5.5	Limites méthodologiques de l'étude	233
5.5.1	Limites liées au design et à la monocentricité	233

5.5.2	Biais de sélection	233
5.5.3	Limites liées à la mesure des variables	233
5.5.4	Limites liées au réalisme de la simulation	233
5.5.5	Limites statistiques	233
6	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	235
6.1	Synthèse des principaux résultats	235
6.2	Application pratique des résultats: élaboration d'outils cliniques	236
6.2.1	Présentation de la fiche d'évaluation pré-anesthésique des voies respiratoires en chirurgie ORL	237
6.2.2	Présentation du protocole local de gestion des voies respiratoires difficiles prévues	239
6.3	Perspectives	242
7	RÉSUMÉS	243
7.1	Résumé en français	243
7.2	Résumé en arabe	244
7.3	Résumé en anglais	245
8	BIBLIOGRAPHIE	246
9	ANNEXES	261

1 INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE

La gestion des voies respiratoires difficiles constitue un enjeu central de la sécurité anesthésique, dont le fondement essentiel demeure le maintien d'une oxygénation efficace pour prévenir l'hypoxie cérébrale et les événements indésirables graves, en particulier dans le contexte anatomiquement et fonctionnellement complexe de la chirurgie ORL et cervico-faciale.

Bien que les recommandations internationales (ASA, DAS, SFAR) aient permis de structurer la prise en charge des voies aériennes difficiles, leur application nécessite une adaptation aux réalités locales : disponibilité des équipements, organisation du bloc opératoire, niveau de formation des équipes, anticipation des situations critiques. Or, les études portant spécifiquement sur la gestion des voies respiratoires difficiles prévues dans un contexte de chirurgie ORL et cervico-faciale, notamment dans les environnements à ressources contraintes, restent rares.

Traiter cette problématique impose une analyse à plusieurs dimensions : technique, contextuelle, humaine et pédagogique. Cette recherche n'a pas pour vocation d'explorer l'ensemble de ces aspects de manière exhaustive, mais de se concentrer sur certains leviers concrets et mesurables, en lien avec les pratiques locales.

L'objectif de cette étude est ainsi d'identifier les éléments clés intervenant dans la gestion des voies respiratoires difficiles prévues en chirurgie ORL et cervico-faciale, en s'appuyant sur une triple approche méthodologique : une analyse comparative des techniques d'intubation (VL vs DL), une étude des stratégies de sécurisation chez les patients à très haut risque, et une évaluation de l'impact du facteur humain.

Cette démarche vise à mieux comprendre les pratiques réelles, à mettre en évidence les obstacles matériels et organisationnels, et à estimer la valeur ajoutée des outils comme la vidéolaryngoscopie ou l'intubation éveillée. Elle explore également l'influence de l'expérience, du stress, et des compétences non techniques sur la réussite de l'intubation.

Les trois volets de cette recherche convergent vers une finalité commune : structurer une approche cohérente, applicable et adaptée à notre environnement, pour renforcer la sécurité anesthésique dans le cadre spécifique des interventions ORL et cervico-faciales.

Cette approche intégrée nous a permis d'articuler des résultats techniques, des enseignements sécuritaires, et des perspectives pédagogiques en un protocole local structuré, transférable et évolutif.

1.1 Contexte de recherche

La gestion des voies respiratoires constitue le socle fondamental de la pratique anesthésique moderne, une compétence essentielle et une tâche cruciale en sécurité anesthésique, dont le but premier est d'oxygéner le patient.[1,2].

Le terme « voies respiratoires difficiles » est un concept bien apprécié par les gestionnaires des voies respiratoires du monde entier [3]. Dans son sens le plus large, il peut être défini comme les défis associés à l'une des quatre méthodes d'oxygénation, l'intubation trachéale, la ventilation par masque facial, la ventilation à travers un dispositif supraglottiques et la mise en place d'une voie respiratoire d'urgence [4,5]

Les voies respiratoires difficiles sont un phénomène rare en population générale, mais aux conséquences graves en terme de morbi-mortalité [6]. L'incidence de la ventilation difficile au masque varie de 1,4 à 5,0%, et l'incidence de la ventilation impossible de 0,07 à 0,16%. L'incidence de l'intubation trachéale difficile varie de 5 à 8%, et l'échec de l'intubation trachéale de 0,05 à 0,35%[7,8]. En Angleterre, le taux de décès secondaire à une difficulté de contrôle des voies aériennes supérieures est de 5,6 par million [9] et l'incidence des complications est de 4,6 pour 100 000 intubations. Ces chiffres peuvent paraître faibles mais il s'agit le plus souvent de complications évitables.

Contrairement aux populations générales et d'obstétriques, où les voies respiratoires difficiles sont largement étudiées et bien documentées, elles nécessitent des recherches supplémentaires en pathologie ORL et cervico-faciale. Cette population de patients présente une pathologie sous-jacente qui peut entraîner des difficultés dans la gestion des voies respiratoires, par exemple une infection oro-faciale, un traumatisme, des tumeurs et des antécédents de chirurgie ou de radiothérapie de la tête et du cou [10].

ARNÉ et al, ont mené une étude prospective sur la prédiction de survenue d'intubations difficiles en chirurgie générale et ORL, cette étude avait pour résultats un taux d'intubation difficile en chirurgie générale de 2%, et de 12.3% en chirurgie ORL [11]. Une autre étude retrouve que l'incidence de l'intubation difficile varie de 1,5 à 20,2 %, avec une incidence globale de 5,8 % en population générale, et une incidence plus élevée d'intubation difficile chez les patients programmés pour des chirurgies ORL a été rapportée [12,13]. Une revue de littérature récente retrouve un taux de laryngoscopie difficile estimé entre 6,8% et 9,6% pour la chirurgie de la thyroïde. Une étude rapporte une incidence de la voie aérienne chirurgicale d'urgence de 0.06 évènement pour mille en population générale, par rapport à 1.6 évènement pour mille chez les patients en chirurgie ORL et cervico-faciale. Les cas extrêmes en pathologie ORL et cervico-faciale nécessitent une collaboration interdisciplinaire, qui s'avère salvatrice, entre chirurgien et anesthésiste [14].

Cela a été expliqué par une interaction complexe entre les facteurs du patient, le cadre clinique et les compétences du praticien [15].

L'assurance d'une ventilation et d'une oxygénation efficaces est un élément critique pour prévenir l'hypoxie cérébrale et les issues fatales. Selon les données du National Audit Project (NAP4) du Royaume-Uni [16], les complications graves des voies respiratoires sont responsables de 16 décès et de 133 incidents majeurs pour 2,9 millions d'anesthésies, ce qui souligne l'importance vitale d'une gestion experte [17,18].

Les recommandations de sociétés savantes internationales, telles que l'American Society of Anesthesiologists (ASA), la Difficult Airway Society (DAS), la Société Française d'Anesthésie Réanimation (SFAR), et d'autres, insistent unanimement sur l'importance de l'évaluation préopératoire minutieuse, de la planification stratégique, et de l'utilisation adaptée de dispositifs modernes. [1,4].

Les avancées technologiques et organisationnelles ont permis de réduire considérablement la mortalité liée à l'anesthésie, passant de 3,6 pour 10 000 avant 1970 à 0,3 pour 10 000 après 1990 [9]. Toutefois, malgré ces progrès, la gestion des voies respiratoires difficiles demeure un domaine à haut risque de morbi-mortalité, spécialement en chirurgie ORL et cervico-faciale, où les particularités anatomiques rendent l'anticipation et la planification d'autant plus complexes.

1.2 Problématique

La planification de la prise en charge des voies respiratoires difficiles, est au centre des préoccupations des anesthésistes en matière de sécurité des patients [2,19,20]

Plusieurs facteurs rendent problématique la gestion des voies respiratoires en chirurgie ORL et CF. Ceux-ci incluent le partage des voies respiratoires avec l'équipe chirurgicale, la nature prolongée de la chirurgie, les modifications anatomiques liées à la pathologie ou les modifications liées aux thérapies anticancéreuses telles que la radiothérapie, le cancer lui-même ainsi que les lésions primaires des structures des voies respiratoires, ont, non seulement tendance à obstruer les voies respiratoires, mais sont également associées à un risque de saignement lors de la manipulation.

Une mauvaise nutrition et les comorbidités associées peuvent également avoir un effet indésirable sur l'état général du patient et doivent être pris en compte lors de l'évaluation du patient [21]. Les voies respiratoires peuvent être d'avantage compromises, en raison d'une manipulation chirurgicale conduisant à un œdème laryngopharyngé réduisant le calibre des voies respiratoires, ce qui peut rendre extrêmement difficile la gestion des voies respiratoires après l'extubation [22].

Afin d'obtenir une offre de soins de qualité [23] par une meilleure intégration des recommandations à notre pratique quotidienne, il est impératif d'avoir une approche

systématisée et planifiée pour l'optimisation et la synergie de la prise en charge des voies respiratoires ainsi que l'adaptation des recommandations aux moyens disponibles par la mise en place de protocoles locaux [24–26]

Tous les patients programmés pour des chirurgies ORL et cervico-faciale, avec des voies respiratoires difficiles, doivent être évalués en préopératoire et la stratégie de prise en charge de l'intubation difficile ainsi que de l'extubation doit être soigneusement planifiée en amont. Malheureusement, il n'y a pas de recette universelle pour la gestion des voies respiratoires difficiles. Chaque patient doit être considéré en fonction du niveau et de la nature de la difficulté et des circonstances cliniques individuelles. Les décisions à prendre peuvent parfois s'avérer difficiles [1,27].

Notre principale préoccupation est d'assurer l'oxygénation du patient tout au long du processus de gestion des voies respiratoires difficiles. Pour que cela soit réalisable, nous sommes face à quatre choix de gestion de base des voies respiratoires, qui sont au cœur de notre pratique quotidienne en Anesthésie [1]:

- Gestion éveillée ou sous anesthésie générale des voies respiratoires ?
- Préservation ou non préservation de la ventilation spontanée ?
- Approche directe ou indirecte des voies respiratoires ?
- Voies respiratoires chirurgicales en première intention ou non ?

Une gestion des voies respiratoires, à double configuration, doit être préparée, à chaque fois que le clinicien considère une possibilité significative de rencontrer une situation d'oxygénation échouée lors d'une tentative de prise en charge des voies respiratoires éveillées ou après induction.

Cela ne peut être réalisé que par la disponibilité immédiate d'équipements et de personnel capables d'effectuer une intubation chirurgicale en cas d'échec de l'oxygénation pour une raison quelconque lors d'une tentative d'intubation trachéale [1].

Il existe actuellement une panoplie de dispositifs et techniques de gestion des voies respiratoires difficiles, tels que l'intubation par une voie aérienne supraglottique, la laryngoscopie directe et indirecte, l'utilisation de différentes lames de laryngoscope, de bougies ou de guides, l'intubation rétrograde, aussi l'intubation sous fibroscope.

Pendant presque 60 ans, la laryngoscopie directe était la seule méthode utilisée par les anesthésistes pour insérer une sonde d'intubation dans la trachée. La recherche d'un meilleur angle de vue lors des situations difficiles, a conduit au développement de dispositifs utilisant la vidéo assistance.

Si les recommandations internationales proposent des stratégies bien codifiées, leur application reste souvent conditionnée par le contexte local, les ressources disponibles et l'expérience des équipes. Or, au CHU d'Annaba, l'absence de protocoles standardisés, la variabilité des

pratiques, et la diversité des situations cliniques rencontrées ont mis en évidence la nécessité d'une planification structurée.

C'est dans cette optique qu'a été conçue notre étude, visant à objectiver les difficultés rencontrées sur le terrain, à comparer les outils disponibles, notamment la vidéolaryngoscopie (VL) versus la laryngoscopie directe (DL), et à évaluer la pertinence de l'intubation éveillée en contexte contraint, cela implique nos contraintes matérielles (accès limité à certains équipements), organisationnelles (absence de protocoles, équipes réduites), humaines (niveau de formation hétérogène, stress élevé), et le degré d'adaptation locale des recommandations internationales. Elle ambitionne également de mieux comprendre le rôle du facteur humain dans la performance anesthésique réelle, à travers une simulation en conditions cliniques.

L'ensemble de cette démarche a pour finalité de proposer des outils cliniques concrets et applicables localement, adaptés aux contraintes et aux réalités du CHU d'Annaba.

Ainsi, malgré la diversité des contextes cliniques explorés « pathologies obstructives, situations à haut risque d'échec, ou simulation pédagogique » tous les axes de notre travail partagent un objectif convergent, celui de structurer une planification pragmatique, prédictive et sécurisée de la gestion des voies respiratoires difficiles au bloc opératoire ORL et cervico-facial du CHU d'Annaba.

Trois axes ont été analysés de manière complémentaire (**Figure1.1**) :

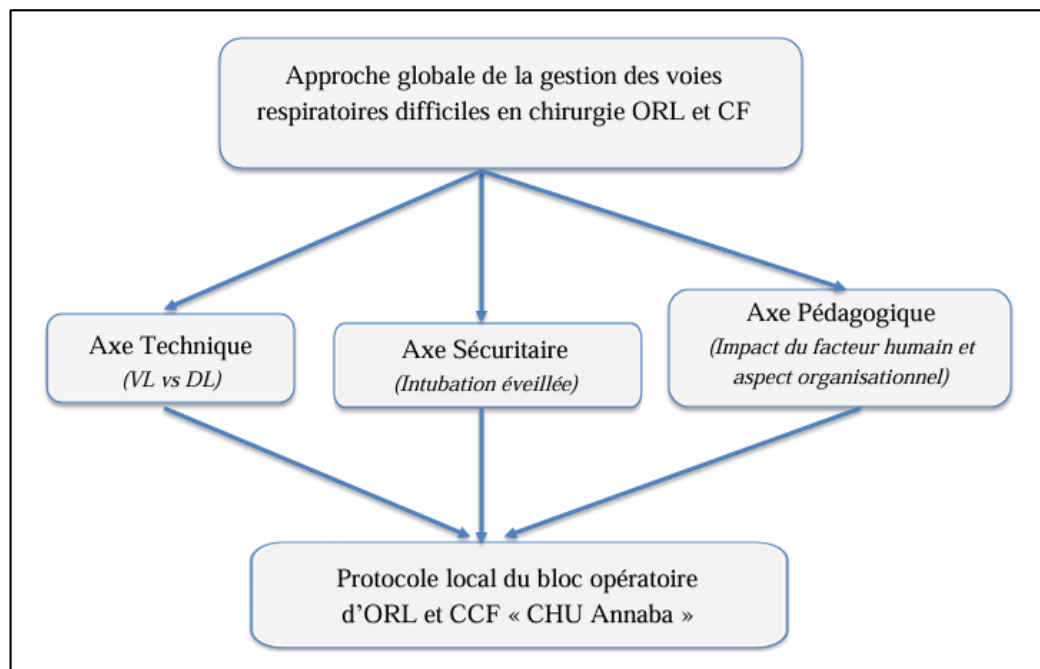


Figure 1.1 : Organisation méthodologique de la gestion des voies respiratoires difficiles en chirurgie ORL et cervico-faciale

(Conçu par Dr SOUICI Karima, Université Badji Mokhtar– Faculté de médecine – CHU d'Annaba, 2025.)

- Technique : par une comparaison directe entre vidéolaryngoscopie (VL) et laryngoscopie directe (DL) dans une population à haut risque.
- Sécurité : afin de situer la place des techniques d'intubation indirecte et de la trachéotomie chirurgicale dans la gestion de l'intubation éveillée.
- Pédagogique et humaine : par une étude formative évaluant l'impact du facteur humain sur la réussite de l'intubation dans un contexte d'apprentissage en conditions réelles.

Notre travail s'articule autour de plusieurs hypothèses. Celles-ci visent à répondre à notre problématique de recherche « **Comment planifier de façon pragmatique, prédictive et sécurisée la gestion des voies respiratoires difficiles en chirurgie ORL et cervico-faciale au CHU d'Annaba, en tenant compte des contraintes locales, des limites matérielles, organisationnelles et humaines, tout en adaptant les recommandations internationales ?** »

- La vidéolaryngoscopie augmente significativement le taux de succès de l'intubation trachéale à la première tentative dans les cas d'intubation difficile prévue en ORL et CCF.
- L'intubation trachéale à l'état d'éveil constitue une stratégie pertinente et sécuritaire chez les patients à risque majeur d'échec d'oxygénation en ORL et CCF.
- Les opérateurs peu expérimentés bénéficient davantage de la vidéolaryngoscopie, tant sur le plan technique que non technique.
- L'introduction d'outils standardisés, tels qu'une fiche d'évaluation structurée et un protocole local, facilite l'anticipation et la cohérence de la gestion des VRD en chirurgie ORL et cervico-faciale.

2 PATIENTS ET METHODE

2.1 Justification locale

Le Centre Hospitalier Universitaire d'Annaba constitue une référence régionale dans l'est Algérien pour la prise en charge des pathologies ORL et cervico-faciales complexes. La population desservie présente des particularités épidémiologiques notables, avec une prévalence importante des défis spécifiques à la gestion des voies aériennes.

La gestion des voies respiratoires difficiles constitue un événement critique en anesthésie, avec une morbi-mortalité potentiellement élevée. Cette problématique est exacerbée en chirurgie ORL et cervico-faciale, où les altérations anatomiques et fonctionnelles des voies respiratoires sont fréquentes. Les conséquences d'une mauvaise évaluation ou d'une stratégie inadaptée sont lourdes, pouvant conduire à l'échec d'oxygénation, et la nécessité d'une trachéotomie de sauvetage, associée à une morbidité élevée.

Historiquement, la prédiction du risque d'intubation difficile s'appuyait presque exclusivement sur des éléments cliniques (scores d'Arné, de Mallampati...). Cependant, de nombreuses publications internationales récentes (DAS 2015, ASA 2022, SFAR 2018) insistent sur la nécessité d'une approche plus large, multimodale, intégrant l'imagerie spécialisée, scanner cervicothoracique, fibroscopie nasale, échographie cervicale, pour mieux stratifier le risque réel et adapter la stratégie d'abord.

Cependant, malgré les avancées, peu d'études se sont intéressées à la formulation d'un protocole de gestion des VRD spécifique aux pathologies ORL et cervico-faciales. De plus, les particularités épidémiologiques, anatomocliniques et organisationnelles locales nécessitent une adaptation rigoureuse des recommandations internationales pour maximiser leur efficacité sur le terrain.

Par ailleurs, le contexte spécifique du CHU d'Annaba, caractérisé par une prévalence élevée de pathologies compliquant la gestion des voies respiratoires (goîtres plongeants, carcinomes anaplasiques thyroïdiens, tumeurs laryngées, cellulites cervico-faciales) et une variabilité du niveau d'expérience des opérateurs, impose une structuration rigoureuse du protocole de gestion des voies aériennes difficiles. Ce protocole doit être adaptable à la réalité locale tout en restant aligné sur les standards internationaux.

Notre projet de thèse répond ainsi à une lacune importante de la littérature, adapter une méthodologie de stratification du risque et de choix technique, validée scientifiquement et compatible avec le contexte spécifique de la chirurgie ORL et cervico-faciale dans un hôpital universitaire Algérien.

Notre étude n'a pas pour objectif de quantifier seulement l'impact de la vidéolaryngoscopie sur le succès d'intubation difficile prévue, mais aussi de démontrer que l'intégration raisonnée des techniques d'intubation indirectes vidéo assistées permet d'améliorer significativement les résultats pour le patient, en termes de sécurité, de succès à la première tentative et de réduction des complications peropératoires.

Néanmoins, dans les situations de risque majeur d'obstruction (tumeurs compressives, trismus sévère, immobilité cervicale, compression trachéale avérée), l'intubation sous anesthésie générale même assistée par vidéolaryngoscopie peut s'avérer périlleuse. Dans ces cas, l'intubation éveillée, réalisée soit par fibroscopie, soit par vidéolaryngoscopie, apparaît comme la solution la plus sûre, permettant le maintien de la ventilation spontanée et la sécurisation des voies aériennes sans passage par la trachéotomie, sauf indication absolue.

Dans le contexte particulier du CHU d'Annaba, où les équipes anesthésiques sont composées de profils variés avec des niveaux hétérogènes d'expérience, le facteur humain devient encore plus déterminant. La simple introduction d'outils comme le vidéolaryngoscope ou la fibroscopie bronchique souple, ne suffit pas si l'opérateur ne possède pas l'expertise technique, la capacité d'anticipation, ou la gestion émotionnelle nécessaire pour faire face à un contexte difficile.

Notre thèse s'inscrit dans une démarche scientifique, centrée sur l'application pragmatique des recommandations internationales, et sur l'amélioration des pratiques locales, par la création d'un protocole de planification et de gestion de l'intubation difficile prévue en pathologie ORL et cervico-faciale. Ce protocole local inclut une évaluation rigoureuse, un choix technique adapté, incluant l'usage raisonné de la vidéolaryngoscopie sous AG ou technique d'intubation fibro ou vidéo-laryngoscopique éveillée selon le cas, ainsi que l'optimisation du facteur humain par formation, organisation et stratégie de communication au sein de l'équipe anesthésique.

2.2 Les objectifs

Notre travail vise à améliorer la sécurité anesthésique, par la planification de la gestion des voies respiratoires difficiles en chirurgie ORL et cervico-faciale, dans le contexte spécifique du CHU d'Annaba. Pour cela, une approche méthodologique tripartite a été adoptée, permettant d'explorer les dimensions techniques, sécuritaires et humaines de cette problématique. Les objectifs spécifiques de notre étude sont :

L'objectif principal :

Déterminer l'apport de la vidéo-laryngoscopie en première intention, dans le succès de l'intubation trachéale à la première tentative, au cours de la gestion de l'intubation difficile prévue en pathologie ORL et CCF au CHU d'Annaba.

Les objectifs secondaires :

1. Identifier les critères prédictifs d'intubation difficile spécifiques à la pathologie ORL et cervico-faciale.
2. Estimer l'incidence de l'intubation difficile prévue dans les pathologies ORL et cervico-faciales traitées au CHU d'Annaba.
3. Situer la place des techniques d'intubation indirecte et de la trachéotomie chirurgicale dans la stratégie de gestion sécuritaire de l'intubation éveillée chez les patients à très haut risque.
4. Évaluer l'influence du facteur humain, notamment le niveau d'expérience, les compétences techniques et non techniques, sur la réussite de l'intubation trachéale en contexte d'apprentissage supervisé en conditions réelles.
5. Développer des outils cliniques standardisés applicables localement, tels qu'une fiche d'évaluation préanesthésique et un protocole de gestion des voies respiratoires difficiles, adaptés aux spécificités du plateau technique et des ressources du CHU d'Annaba.

2.3 Considérations éthiques

Cette étude a été réalisée dans le respect des principes éthiques et des bonnes pratiques cliniques. Étant donné que les dispositifs utilisés pour l'intubation trachéale (laryngoscope standard et vidéo laryngoscope) sont des outils cliniques couramment employés en anesthésie et qu'aucune intervention invasive n'a été introduite dans la prise en charge des patients, aucune autorisation spécifique d'un comité d'éthique n'a été jugée nécessaire.

Toutefois, l'étude a été approuvée par le Conseil Scientifique de la Faculté de Médecine de l'Université d'Annaba, garantissant ainsi la conformité méthodologique et éthique du protocole de recherche. De plus, cette démarche s'inscrit dans une volonté d'optimiser la sécurité des patients en améliorant la stratégie de gestion des voies respiratoires difficiles en chirurgie ORL et cervico-faciale au CHU d'Annaba.

Enfin, le consentement éclairé des patients a été obtenu avant leur inclusion dans l'étude, conformément aux recommandations éthiques en vigueur.

2.4 Matériels de gestion des voies respiratoires difficiles au CHU Annaba

Au bloc opératoire d'ORL et de chirurgie de la face et du cou du CHU d'Annaba, l'organisation du matériel en chariots thématiques permet une réponse rapide et adaptée aux différentes situations de gestion des voies aériennes : ventilation simple, intubation classique, intubation éveillée, trachéotomie d'urgence, et procédures spécialisées comme la laryngoscopie directe suspendue (**Tableau 2.1**). Cela a pour objectif d'optimiser la sécurité du patient, réduire les délais d'intervention, et garantir la réactivité de l'équipe. Chaque chariot est contrôlé régulièrement pour assurer la disponibilité et la stérilité du matériel.

Tableau 2.1 : Matériel de Gestion des VRD-Bloc opératoire ORL et CCF - CHU Annaba

Matériel	Disponibilité	Usage	Indication principale	Emplacement
Masques faciaux (tailles variées)	Toujours disponible	Ventilation initiale	Ventilation de base	Chariot ventilation
Ballon auto-remplisseur	Toujours disponible	Ventilation manuelle	Ventilation en induction	Chariot ventilation
Canules oro-pharyngées (Guedel)	Toujours disponible	Maintien ouverture buccale	Ventilation sous AG	Chariot ventilation
Laryngoscope Macintosh/Miller	Toujours disponible	Intubation standard	Intubation prévue simple	Chariot intubation
Vidéolaryngoscope C-MAC	Toujours disponible	Intubation difficile	Intubation prévue difficile	Chariot VL dédié
Bougie d'intubation (Eschmann)	Toujours disponible	Facilitation de l'intubation	DL difficile / VL assistée	Chariot intubation
Fibroscope bronchique souple	Toujours disponible	Intubation éveillée	Contre-indication à la DL	Chariot éveillé
Xylocaïne	Présents dans le chariot éveillé	Anesthésie topique	Intubation éveillée	Chariot éveillé
Kit de trachéotomie (canules, pinces)	Toujours disponible	Accès chirurgical en urgence	CICO ou obstruction majeure	Chariot trachéotomie
Système de ventilation manuelle	Toujours disponible	Ventilation en échec masque	Ventilation de secours	Chariot ventilation
Chronomètre numérique	1 par salle	Mesure du temps d'intubation	Objectivation des délais	Chaque salle
Masques laryngés (LMA)	Plusieurs tailles disponibles	Voie alternative d'intubation	Intubation alternative	Chariot intubation
Pinces de Magill	Présentes dans chaque salle	Guidage de la sonde	Placement précis de la sonde	Chariot intubation
Sonde d'aspiration	1 par salle	Aspirer les sécrétions	Obstruction / sécrétions	Chariot aspiration
Matériel de laryngoscopie suspendue	Toujours disponible	Laryngoscopie ORL spécialisée	Accès glottique indirect	Chariot suspension

2.5 Organisation méthodologique de l'étude

La gestion des voies respiratoires difficiles représente un défi central en anesthésie ORL et chirurgie cervico-faciale, où les altérations anatomiques, les déformations tumorales, les séquelles de radiothérapie et les processus infectieux viennent compliquer l'accès aux voies aériennes.

Dans ce contexte particulier, la planification d'une stratégie de gestion de l'intubation difficile est un enjeu majeur de sécurité anesthésique, avec deux axes principaux d'intervention :

- La planification de l'intubation trachéale sous anesthésie générale en optimisant les techniques de visualisation laryngée.
- La mise en œuvre de stratégies d'intubation éveillée lorsque le risque d'échec sous anesthésie est jugé majeure.

Au CHU d'Annaba, le contexte local impose une vigilance accrue, la diversité des pathologies prises en charge (goitres compressifs, tumeurs laryngées, cellulites cervico-faciales) et la variabilité de l'expérience opératoire rendent la prédiction et la sécurisation des voies respiratoires particulièrement critiques. De plus, l'analyse des complications anesthésiques rapportées dans la région souligne que les événements liés à une intubation difficile mal anticipée demeurent un facteur non négligeable de morbidité évitable.

La vidéolaryngoscopie (VL), en améliorant la visualisation glottique sans nécessiter l'alignement strict des axes anatomiques, apparaît comme une solution technique prometteuse pour réduire les échecs d'intubation sous anesthésie générale. Cependant, l'intubation éveillée reste incontournable dans les situations d'obstruction majeure ou de filière laryngée inaccessible, justifiant l'évaluation rigoureuse de ses modalités pratiques.

Au-delà des dispositifs techniques, la réussite de la gestion des voies respiratoires difficiles dépend également du facteur humain, incluant le niveau d'expérience des opérateurs, leur maîtrise technique, et leurs compétences non techniques (anticipation, communication, gestion du stress).

Notre étude a donc été conçue pour évaluer de manière exhaustive l'ensemble de ces dimensions, en combinant analyse technique, sécuritaire et humaine, afin de proposer des axes d'amélioration adaptés au contexte spécifique de la chirurgie ORL et cervico-faciale en Algérie (**Figure 2.1**).

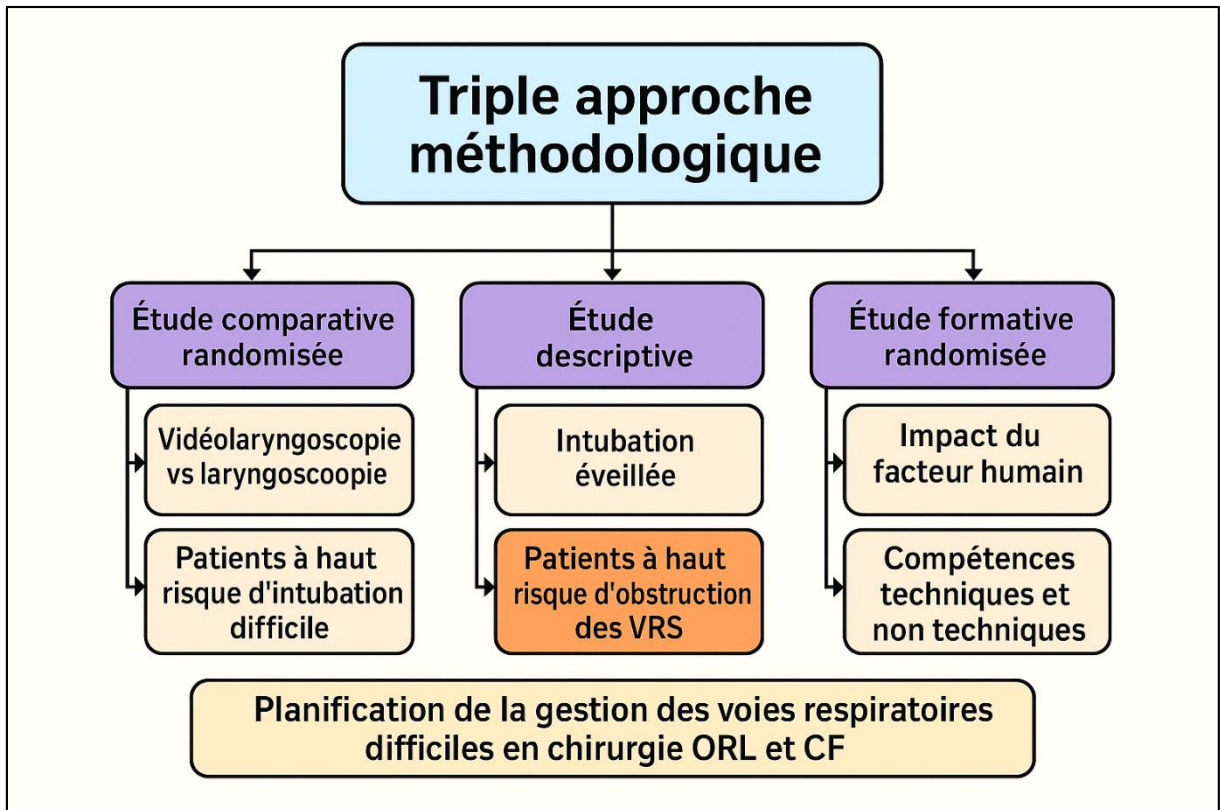


Figure 2.1 : Organisation méthodologique de l'étude

(Conçu par Dr SOUICI Karima, Université Badji Mokhtar– Faculté de médecine – CHU d'Annaba, 2025.)

Afin de répondre à ces objectifs, le travail a été structuré en trois volets complémentaires :

Étude technique : Comparaison des performances de la vidéolaryngoscopie (VL) et de la laryngoscopie directe (DL) chez les patients à haut risque d'intubation difficile prévue, intubés sous anesthésie générale.

Étude de sécurité : Analyse des modalités et des résultats de l'intubation éveillée chez les patients présentant des contre-indications formelles à l'intubation sous anesthésie générale.

Étude formative : Évaluation de l'influence du facteur humain sur la réussite de l'intubation trachéale, en fonction du niveau d'expérience et des compétences techniques et non techniques des opérateurs.

Chaque étude fera l'objet d'une description méthodologique spécifique.

2.6 Analyse statistique

2.6.1 Logiciels utilisés

L'ensemble des données a été collecté à l'aide de fiches préétablies, saisies sur Microsoft Excel® (Microsoft Corporation, USA), puis analysées à l'aide du logiciel IBM SPSS® Statistics (version XX, IBM Corp., Armonk, NY, USA). Ces logiciels ont permis le traitement, l'analyse descriptive, les comparaisons intergroupes et les analyses multivariées.

2.6.2 Outils statistiques descriptifs et analytiques

Les variables quantitatives ont été exprimées en moyennes $\pm$ écart-type (ET) ou en médianes [intervalle interquartile, IIQ], selon leur distribution testée au préalable par le test de Shapiro-Wilk. Les variables qualitatives ont été exprimées en effectifs absolus (n) et en pourcentages (%).

Pour les comparaisons intergroupes :

- Les variables quantitatives ont été comparées par t-test de Student (distributions normales) ou test de Mann-Whitney U (distributions non paramétriques).
- Les variables qualitatives ont été analysées par test du Chi² ou test exact de Fisher (selon les effectifs attendus).

2.6.3 Analyses multivariées

Les facteurs prédictifs d'intubation difficile ont été identifiés par régression logistique univariée, puis multivariée. Les résultats sont exprimés en odds ratios (OR) avec intervalles de confiance à 95 % (IC 95 %). L'ajustement des modèles a pris en compte les variables présentant une p-value $\leq 0,2$ en analyse univariée.

2.6.4 Analyses diagnostiques : aire sous la courbe ROC

La performance diagnostique des critères prédictifs a été évaluée par l'aire sous la courbe ROC (Receiver Operating Characteristic, AUC). Les seuils d'interprétation appliqués sont :

- $AUC < 0,7 \rightarrow$ pouvoir discriminant faible,
- $0,7 \leq AUC < 0,8 \rightarrow$ pouvoir discriminant moyen,
- $0,8 \leq AUC < 0,9 \rightarrow$ bon pouvoir discriminant,
- $AUC \geq 0,9 \rightarrow$ excellent pouvoir discriminant.

Le point optimal de coupure (cut-off) a été déterminé par le critère de Youden, maximisant la sensibilité et la spécificité.

2.6.5 Niveau de confiance et seuil de significativité

Toutes les analyses ont été réalisées avec un niveau de confiance de 95 %. Les résultats ont été considérés comme statistiquement significatifs pour une p-value $\leq 0,05$. Ce seuil de significativité a été uniformément appliqué aux trois volets de l'étude : analyse technique (VL vs DL), évaluation sécuritaire (intubation éveillée) et étude formative (impact du facteur humain).

2.7 Conception de l'étude

2.7.1 Étude technique

2.7.1.1 Type de l'étude

L'étude s'est déroulée au bloc opératoire d'ORL et de chirurgie cervico-faciale du CHU d'Annaba, sur une période de 30 mois.

Il s'agit d'une étude prospective, monocentrique, randomisée et en simple aveugle, conçue pour évaluer l'apport de la vidéolaryngoscopie (VL) dans la gestion des intubations difficiles, par comparaison à un groupe témoin recevant la technique standard de référence, la laryngoscopie directe (DL).

Les patients présentant des critères prédictifs d'intubation difficile en chirurgie ORL et cervico-faciale ont été inclus et randomisés en deux groupes :

- **Groupe témoin (DL)** : intubation trachéale réalisée par laryngoscopie directe avec un laryngoscope Macintosh standard, correspondant à la pratique de référence.
- **Groupe expérimental (VL)** : intubation trachéale réalisée par vidéolaryngoscopie avec un vidéo-laryngoscope C-MAC, dont l'efficacité et les bénéfices spécifiques sont comparés au groupe témoin.

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'apport de la vidéolaryngoscopie en première intention dans le succès de l'intubation trachéale à la première tentative, dans le cadre de la gestion de l'intubation difficile prévue.

2.7.1.2 Randomisation

La randomisation a été réalisée par blocs de taille variable, avec une stratification préalable selon la localisation anatomique de la pathologie ORL ou cervico-faciale (laryngée, thyroïdienne, nasosinusienne, otologique, pharyngée ou buccale).

Pour chaque groupe topographique, une séquence de randomisation spécifique a été générée à l'aide d'un logiciel informatique (Microsoft Excel). Cette stratification visait à assurer une répartition équilibrée entre vidéolaryngoscopie (VL) et laryngoscopie directe (DL) au sein de chaque sous-groupe pathologique, afin de limiter les biais de confusion liés à la nature anatomique des difficultés d'intubation.

Chaque séquence aléatoire a été transcrite sur des cartes d'affectation, placées dans des enveloppes opaques, scellées et numérotées séquentiellement pour chaque groupe pathologique.

Ainsi, au moment de l'inclusion d'un patient, une enveloppe appartenant au lot correspondant à sa localisation anatomique était tirée selon l'ordre numérique. L'affectation au groupe VL ou

DL s'effectuait immédiatement, avant l'induction anesthésique, par un investigateur non impliqué dans l'analyse statistique.

Ce dispositif visait à garantir la comparabilité des techniques d'intubation dans chaque sous-groupe pathologique, tout en maintenant un haut niveau de dissimulation de l'affectation (allocation concealment)

2.7.1.3 Population étudiée

2.7.1.3.1 Critères d'inclusion

Les patients ont été inclus dans l'étude s'ils répondaient aux critères suivants :

- Âge supérieur à 18 ans.
- Score anatomo-clinique prédictif d'intubation difficile d'Arné > 11.
- Candidats à un acte programmé endoscopique ou chirurgical en pathologie ORL et cervico-faciale
- Nécessitant une intubation trachéale sous anesthésie générale.

2.7.1.3.2 Critères de non-inclusion

- Absence de consentement.
- Statut ASA IV ou plus.
- Contre-indication à la laryngoscopie
- Détresse respiratoire
- Chirurgie en urgence.
- Risque d'inhalation.
- Sensibilité accrue à l'hypoxie.
- Contre-indication à l'une des drogues anesthésiques utilisées dans le protocole d'étude.

2.7.1.4 Calcul de la taille de l'échantillon

Pour le calcul de la taille de l'échantillon nous utilisons la formule simplifiée suivante :

$$n = z^2 \times p (1 - p) / m^2$$

n = taille de l'échantillon

z = niveau de confiance selon la loi normale centrée réduite

p = proportion estimée de la population qui présente la caractéristique

m = marge d'erreur tolérée

Le calcul de l'échantillon a été effectué pour un niveau de confiance de 90% (Z= 1.645), et une marge d'erreur (m=5%), dans une proportion inconnue de la population (p=0.5)

Afin de détecter la différence hypothétique, 135 patients par groupe d'étude sont nécessaires, de ce fait l'étude doit recruter au total 270 patients.

Bien que le calcul initial ait estimé un besoin minimal de 270 patients (135 par groupe), le recrutement final a permis d'inclure un nombre plus important de patients randomisés, répartis équitablement entre les groupes VL et DL. Ce dépassement de l'effectif requis permet de renforcer la puissance statistique de l'étude et de réduire l'incertitude sur les estimations comparatives, contribuant ainsi à une meilleure validité interne des résultats.

2.7.1.5 Déroulement de l'étude et recueil des données

L'inclusion des patients dans la population de l'étude a lieu lors de la visite pré-anesthésique. Elle permet d'expliquer la complexité de gestion sûre de ses voies respiratoires et de recueillir le consentement éclairé du patient, Elle sera assurée par l'investigateur principal de l'étude. Le recueil des données générales, préopératoires, peropératoires et post opératoires s'est faite sur une base de données SPSS selon un masque de saisie pré établi (annexe), par l'investigateur principal.

2.7.1.6 Protocole de l'étude technique

2.7.1.6.1 Prémédication

La prémédication anxiolytique par de l'hydroxizine (1 mg /Kg) par voie orale la veille de l'intervention, et par de la dexamethasone 8 mg en intraveineux en prévention des nausées et vomissements post opératoires a l'induction anesthésique.

2.7.1.6.2 Monitoring peropératoire

Le monitoring utilisé en peropératoire était l'oxymètre de pouls, la capnographie et la fraction expiratoire en oxygène, l'électrocardiogramme et la pression artérielle non invasive. L'enregistrement des lectures de base de la fréquence cardiaque (FC), de la pression artérielle systolique (PAS), de la pression artérielle diastolique (PAD) et de la saturation en oxygène (SpO2) et de la fraction expirée en oxygène (FeO2) a été débuté avant l'induction anesthésique. Les variables hémodynamiques sont notées de la première, à la dixième minute après l'intubation endotrachéale. Toute variation de plus de 10% de FC et de 20 % de la TA par rapport aux valeurs de référence sera considérée comme anormale.

2.7.1.6.3 Position du patient

La majorité des chirurgies ORL et cervico-faciales, sont pratiquées en décubitus dorsal avec une inclinaison tête haute de 15 à 20 degrés pour améliorer le drainage veineux. Les médecins anesthésistes doivent accorder une attention particulière à l'installation du patient, d'autant plus que la tête de la table chirurgicale est généralement tournée de 90 à 180 degrés par rapport à l'appareil d'anesthésie, limitant l'accès immédiat aux voies respiratoires. Ce qui impose l'utilisation de longs circuits de ventilation et des lignes de perfusion vasculaire prolongées. La sonde endotrachéale doit être sécurisée efficacement pour éviter une extubation ou un

débranchement accidentel. La protection oculaire avec un pansement occlusif pour maintenir la paupière fermée et empêcher la solution de préparation cutanée de pénétrer dans les yeux. Les points de pression doivent être protégés.

2.7.1.6.4 Techniques d'optimisation de l'oxygénation

La pré-oxygénation avec un circuit d'anesthésie délivrant plus de 90 % de FiO₂ avec un masque bien ajusté a été effectuée pendant 3 à 5 minutes ou jusqu'à ce que la concentration expirée d'oxygène (FeO₂) soit > 90 %. Si le temps manque, le patient peut prendre quatre à huit respirations de capacité vitale avec 100 % d'oxygène. Chez les patients présentant un risque d'hypoxémie pendant l'intubation, une ventilation continue à pression positive avant l'induction et un supplément d'oxygène pendant la procédure sont précieux.

L'oxygénation pendant la laryngoscopie a été réalisée via une cannule nasale, en ventilation intermittente d'oxygène FiO₂ à 100%

Le retour à la ventilation au masque-ballon entre les tentatives d'intubation lorsque la laryngoscopie est difficile est une pratique courante.

2.7.1.6.5 Le protocole anesthésique

L'étude technique VL vs DL a été réalisée sous anesthésie générale, afin d'assurer l'oxygénation, la protection des voies respiratoires, et la ventilation dans un contexte de gestion des voies respiratoires difficiles, afin d'offrir la sécurité optimale au malade pour la réalisation d'un geste chirurgical en pathologie ORL ou cervico-faciale.

Le choix d'un protocole d'induction anesthésique intraveineuse, avec un morphinique « Sufentanil » à la dose de 0.3mcg/kg, et un hypnotique « Propofol » à la dose de 2mg/kg et un curare non dépolarisant « Rocuronium » à la dose de 1mg/kg. Une fois le relâchement musculaire installé, la laryngoscopie est réalisée par un anesthésiste expérimenté. Après passage de la sonde d'intubation endotrachéal de taille appropriée entre les cordes vocales, gonflage du ballonnet, puis ventilation, la bonne position de la sonde trachéale est confirmée par l'observation d'une ampliation thoracique, une auscultation thoracique bilatérale et la forme d'onde EtCO₂ sur le capnographe.

En cas de difficulté d'intubation, les manœuvres d'optimisation de la vision glottique seront mises en œuvre (Position modifiée de Jackson, Pression laryngée externe, Guide sonde, bougie...), d'une façon non systématique et à l'appréciation de l'opérateur. L'utilisation des techniques alternatives d'intubation trachéale vient en deuxième intention.

En dernier l'examen des voies respiratoires du patient après une intubation trachéale réussie à la recherche de complications.

2.7.1.6.6 Analyse statistique et critères de jugement

Les données et informations obtenues dans cette recherche ont été évaluées à l'aide du logiciel Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), SPSS® version 25 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA).

Pour l'analyse des données, en plus des techniques statistiques détaillées (moyenne et écart-type), des tableaux croisés ont été utilisés. Les tests du chi-deux et les tests t ont été appliqués pour évaluer les différences entre les groupes en termes de caractéristiques physiques des patients (sexe, âge, IMC, distance thyromentonnière, score de Cormack-Lehane, variations hémodynamiques et survenue de complications.).

Le critère de jugement principal était le taux de succès de l'intubation trachéale à la première tentative (Passage du tube trachéal en ≤ 120 secondes, Sans désaturation sévère ($<90\%$), Confirmé par capnographie persistante.) chez les patients identifiés comme présentant une intubation difficile prévue. Ce critère principal a été analysé à l'aide du test du chi-deux.

Le critère de jugement secondaire était la durée du processus d'intubation trachéale, évaluée par le test de Mann-Whitney U.

D'autres paramètres secondaires ont été analysés, tels que le nombre de tentatives d'intubation, l'utilisation d'autres dispositifs et le taux global de succès de l'intubation, ont été considérés comme des résultats exploratoires. Ces derniers ont été analysés à l'aide de l'ANOVA non paramétrique unidirectionnelle de Kruskal-Wallis, avec une correction de Bonferroni pour les comparaisons multiples.

Toutes les analyses ont été effectuées avec un intervalle de confiance de 90 %, et un seuil de signification fixé à $p < 0,05$.

2.7.2 Étude de sécurité

2.7.2.1 Type d'étude

Il s'agit d'une étude prospective, observationnelle, descriptive, menée au sein du service d'ORL et de chirurgie de la face et du cou du CHU d'Annaba. La période d'étude s'étend du 1er avril 2022 au 1er octobre 2024, incluant 43 patients avec des indications absolues d'intubation trachéale éveillée. Ces cas ont fait l'objet d'une analyse visant à déterminer la place respective des techniques d'intubation indirectes (fibroscope, vidéo-laryngoscope, vidéo-stylet) ainsi que de la trachéotomie chirurgicale, dans la gestion sécurisée des voies respiratoires en chirurgie ORL et cervico-faciale.

2.7.2.2 Calcul de l'échantillon

Cette étude descriptive vise à analyser la place des techniques d'intubation indirecte (fibroscopie, vidéolaryngoscopie, trachéotomie première) dans la stratégie d'intubation éveillée, en fonction des indications cliniques rencontrées (trismus, obstruction endobuccale, compression trachéale, etc.).

L'objectif principal étant la description de la fréquence d'utilisation des différentes techniques selon les contextes anatomiques, un calcul de taille d'échantillon pour estimation de proportion a été réalisé selon la formule suivante:

$$n = (Z^2 \times p \times (1 - p)) / m^2$$

Où :

- n : taille minimale de l'échantillon
- Z = 1,28 (niveau de confiance de 80 %)
- p = 0,5 (proportion maximale d'incertitude)
- m = 0,10 (marge d'erreur tolérée de ±10 %)

Le calcul donne :

$$n = (1,28^2 \times 0,5 \times (1 - 0,5)) / 0,10^2 = (1,6384 \times 0,25) / 0,01 = 0,4096 / 0,01 = 40,96$$

Ainsi, un effectif minimal de 41 patients est requis pour garantir une estimation descriptive acceptable dans un cadre exploratoire.

L'échantillon finalement inclus comprend 43 patients ayant bénéficié d'une intubation éveillée, ce qui permet de considérer l'objectif atteint. Cette taille est jugée suffisante pour décrire les tendances d'utilisation des techniques dans les différentes indications, tout en respectant les contraintes éthiques et cliniques propres à ce type de situation à haut risque.

Ce résultat préliminaire pourra servir de base pour une étude prospective multicentrique ou comparative, visant à valider les orientations techniques proposées.

2.7.2.3 Population étudiée

2.7.2.3.1 Critères d'inclusion

- Adulte (âge >18 ans)
- Candidats à une chirurgie ORL ou cervico-faciale nécessitant une intubation trachéale
- Présentant une indication formelle d'intubation éveillée
- Contre-indication à la laryngoscopie (trismus, rachis fixé)
- Une obstruction clinique majeure (masse obstruant les voies aériennes supérieures)
- Une impossibilité prévue de ventilation au masque facial ou d'intubation sous anesthésie générale.

2.7.2.3.2 Critères d'exclusion

- Les patients refusant la procédure d'intubation éveillée après information claire et adaptée.
- Les patients présentant une contre-indication au protocole anesthésique de l'étude.

2.7.2.4 Modalités de recrutement

Les patients ont été identifiés lors des consultations pré-anesthésiques, par une évaluation combinée clinique (score d'Arné), nasofibroscopique et radiologique (échographie, scanner, IRM...). L'indication d'intubation éveillée était retenue après concertation pluridisciplinaire entre l'équipe anesthésique et l'équipe chirurgicale, conformément aux recommandations internationales de bonnes pratiques (ASA, DAS).

2.7.2.5 Protocole d'intubation éveillée

2.7.2.5.1 Consentement et information du patient

Le processus de consentement éclairé constitue une étape essentielle dans la planification d'une intubation trachéale éveillée. Lorsque cette technique est envisagée, il est impératif que l'anesthésiste explique clairement au patient : la nature de la procédure, ses objectifs, les sensations attendues, les éventuelles alternatives, et les risques associés.

L'information doit insister sur l'importance de maintenir la respiration spontanée pendant la procédure pour sécuriser les voies aériennes et minimiser les risques d'hypoxie.

Le refus du patient constitue une contre-indication absolue à la réalisation de l'intubation trachéale éveillée. Toutefois, dans la pratique, un refus peut souvent être levé par une explication claire des enjeux de sécurité.

Un dialogue empathique, une attitude rassurante et l'anticipation des inquiétudes permettent généralement de renforcer l'adhésion du patient à la stratégie proposée.

2.7.2.5.2 Installation du patient et de l'opérateur

Une préparation méticuleuse de l'installation avant la procédure d'intubation trachéale éveillée est un déterminant clé du succès. La position de l'opérateur, du patient, et l'organisation de l'environnement doivent être soigneusement planifiées afin d'optimiser l'ergonomie, la visibilité et la communication.

L'installation en face à face a été choisie pour l'intubation fibroscopique. L'opérateur se place en face d'un patient assis en position verticale.

Cette position favorise la communication visuelle et verbale avec le patient, essentielle pour évaluer le niveau de confort et de coopération. Elle est particulièrement utile chez les patients dyspnéiques. Le face-à-face facilite également l'administration de l'oxygène et la surveillance des signes d'inconfort ou de sédation excessive.

Position derrière la tête d'un patient en décubitus dorsal pour l'intubation vidéo-laryngoscopique éveillée, cette configuration est similaire à celle utilisée pour une laryngoscopie directe traditionnelle, ce qui peut être plus confortable pour les anesthésistes

habitué à cette approche. Toutefois, elle réduit la visibilité directe du visage du patient et complique l'évaluation du confort.

L'intubation éveillée doit idéalement être réalisée au bloc opératoire, environnement spacieux permettant l'accès à du matériel d'urgence et à une équipe pluridisciplinaire, avec disponibilité immédiate d'instruments de sauvetage (fibroscope, SGA, chariot d'intubation difficile).

L'affichage de l'écran du vidéo-laryngoscope ou du fibroscope doit être positionné dans le champ de vision naturel de l'opérateur, afin d'éviter des mouvements inutiles de la tête pendant la procédure.

2.7.2.5.3 Anesthésie locale des voies aériennes

La réussite d'une intubation trachéale éveillée dépend largement de la qualité de l'anesthésie locale des voies aériennes supérieures. Une anesthésie efficace permet de garantir la suppression des réflexes pharyngés et laryngés, garantissant le confort du patient, et sa coopération indispensable durant la procédure.

On a choisi la combinaison de plusieurs techniques pour optimiser la couverture anesthésique :

1. la topicalisation par administration directe d'anesthésique local par le canal opérateur du fibroscope ou via un atomiseur.
2. l'injection transtrachéale de lidocaïne à travers la membrane cricothyroïdienne suivie d'une toux qui disperse l'anesthésique sur les cordes vocales et dans la trachée.
3. Blocs du nerf laryngé supérieur

La Lidocaïne est l'anesthésique local utilisé, à une concentration de 5% pour la topicalisation et de 2% pour le bloc nerveux et l'injection trastrachéale.

Dans le cadre de la topicalisation des muqueuses des voies respiratoires supérieures, la dose maximale de lidocaïne recommandée est de 6 à 9 mg/kg, sans dépasser un total de 300 à 400 mg chez l'adulte, selon les recommandations et les données de pharmacocinétique rapportées dans la littérature [197]. Pour les blocs loco-régionaux supra-laryngé et intra-laryngé, la dose maximale recommandée est de 3 à 5 mg/kg sans adrénaline, et jusqu'à 7 mg/kg en cas d'adjonction d'adrénaline, conformément aux recommandations et aux standards internationaux [197]. Il est essentiel d'adapter ces doses au poids corporel (ajusté si obésité), à la vascularisation locale et au contexte clinique, et de monitorer attentivement le patient pour prévenir tout risque de toxicité systémique.

Avant de débiter l'intubation trachéale éveillée, il est essentiel de vérifier l'efficacité de l'anesthésie locale, l'anesthésie doit être suffisante au niveau de tout le trajet fibroscopique.

Cette évaluation peut être réalisée par un test tactile de la base de la langue, de la luette et des piliers pharyngés à l'aide d'une spatule.

Aucune sédation n'a été nécessaire au cours de cette étude, par contre les patients ont été prémédiqués par de l'hydroxyzine

2.7.2.6 Techniques d'intubation éveillée

2.7.2.6.1 Technique de vidéolaryngoscopie éveillée

La vidéolaryngoscopie éveillée est une alternative de plus en plus utilisée en pratique quotidienne pour l'intubation éveillée, en raison de plusieurs avantages.

Procédure :

Introduire délicatement la lame du vidéolaryngoscope au milieu de la cavité buccale.

Avancer lentement, en surveillant constamment l'écran.

Après repérage visuel des cordes vocales, guider le tube trachéal en suivant l'axe de la lame.

Limites :

Difficulté majeure si ouverture buccale restreinte (trismus sévère),

Moins adapté en cas de masse intra-orale volumineuse ou de déformations faciales.

2.7.2.6.2 Technique d'intubation sous fibroscopie (FOB)

La fibroscopie bronchique souple demeure une technique essentielle pour certaines situations complexes.

L'accès par voie nasale a été préféré au cours de cette étude en raison du cheminement plus simple vers la glotte.

Procédure :

Progression délicate en suivant les repères anatomiques : palais mou → épiglotte → cordes vocales.

Recherche de bulles d'air si les repères sont déformés par un processus tumoral ou infectieux.

Passage du tube sur le fibroscope après repérage de la carène.

Conseils :

En cas de sécrétions abondantes, utiliser une aspiration continue pour maintenir la visibilité.

S'assurer que le tube trachéal ne reste pas coincé contre les structures périglottiques par un ajustement de l'axe.

Confirmation du positionnement

Après passage du tube trachéal, connecter immédiatement au circuit d'anesthésie, gonfler le ballonnet du tube, et vérifier la présence d'une courbe capnographique continue pour confirmer l'intubation intratrachéale,

Toujours s'assurer du bon positionnement avant d'induire l'anesthésie générale.

2.7.2.6.3 Trachéotomie chirurgicale

L'accès par voie antérieure du cou reste l'option ultime en cas d'impossibilité d'intubation, Elle nécessite un environnement opératoire préparé et une équipe chirurgicale disponible.

2.7.2.7 Principes de base de l'extubation sécurisée

L'extubation d'un patient ayant bénéficié d'une intubation trachéale éveillée doit être considérée comme un acte à haut risque, nécessitant autant de planification et de vigilance que l'intubation elle-même. Une extubation précipitée ou mal préparée peut exposer à une perte immédiate de la perméabilité des voies respiratoires, un œdème glottique, et une hypoxémie sévère.

Si un œdème des voies respiratoires est suspecté (après manipulation difficile, saignement ou traumatisme), il peut être préférable de différer l'extubation jusqu'à résolution de l'inflammation, sous sédation légère ou sous ventilation assistée en réanimation, et mise en route d'une corticothérapie préventive si nécessaire. la seconde solution est une trachéotomie préventive programmée en fin d'intervention chirurgicale sous anesthésie générale, dans le cas d'accentuation de la difficulté par les suites opératoires, voie aérienne fragilisée (tumeurs, chirurgie cervicale, infections) et risque hypoxique majeure, l'extubation sous corticothérapie et oxygénothérapie efficace n'est pas à exclure mais toujours s'assurer qu'une équipe d'ORL et de réanimation est prête à intervenir rapidement en cas de complication.

2.7.2.8 Analyse statistique et critères de jugement

L'analyse statistique de cette étude a été réalisée à l'aide du logiciel Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), SPSS® version 25 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA), avec une approche descriptive centrée sur la sécurité et l'efficacité de l'intubation trachéale éveillée en pathologie ORL et cervico-faciale.

Critère de jugement principal

Le critère principal était le taux de réussite de l'intubation trachéale éveillée à la première tentative, défini par :

- La réalisation de l'intubation complète sans interruption,
- Sans désaturation sévère ($\text{spo}_2 < 90 \%$),
- Avec confirmation capnographique stable.

La proportion de succès a été exprimée en effectif absolu et pourcentage.

Critères de jugement secondaires

- Les critères secondaires comprenaient :
- Incidence des complications spécifiques à la procédure éveillée
- Désaturation modérée ($\text{SpO}_2 < 92 \%$),
- Obstruction du champ visuel (bue de sang, sécrétions),
- Traumatismes oro-pharyngés (lésions muqueuses, saignement),

- Bradycardie (< 50 bpm) nécessitant intervention,
- Nécessité de recours à une trachéotomie d'urgence.
- Taux d'échec de l'intubation éveillée, défini par l'incapacité à réaliser l'intubation malgré deux tentatives, nécessitant une technique alternative ou une anesthésie générale d'urgence.
- Tolérance de la procédure : appréciation qualitative du confort du patient, de sa collaboration, et de l'acceptabilité du geste.

Les variables qualitatives (succès, échec, complications) ont été exprimées en n (%), et comparées à l'aide du test exact de Fisher ou du test de Chi² selon les effectifs.

Les variables quantitatives (par exemple, SpO₂ minimale si disponible) ont été analysées en moyenne ± écart type selon la distribution (test de Shapiro-Wilk).

Une analyse univariée a permis de rechercher les facteurs associés aux échecs de la procédure éveillée ou aux complications.

Une analyse multivariée par régression logistique a pu être envisagée pour identifier les facteurs indépendants associés à l'échec de l'intubation éveillée, en tenant compte de variables telles que :

- La localisation anatomique de la pathologie (larynx, base de langue, rétropharynx...),
- La technique utilisée (fibroscopie, vidéolaryngoscopie),
- Et l'apparition d'une désaturation per-procédure.

Le seuil de significativité statistique a été fixé à $p < 0,05$.

2.7.3 Étude formative

2.7.3.1 Type d'étude

Cette étude formative a été conçue comme une étude prospective, comparative, randomisée visant à évaluer l'impact du facteur humain sur la réussite de l'intubation en chirurgie ORL et cervico-faciale, dans un contexte d'apprentissage en conditions réelles. Elle s'intègre dans une démarche pédagogique visant à analyser les compétences techniques et non techniques acquises ou en cours d'acquisition par les différents profils d'intervenants en anesthésie.

Il s'agit d'une étude comparative à visée pédagogique, incluant trois catégories d'opérateurs (résidents débutants, résidents seniors, et AMAR expérimentés), chacun confronté à deux techniques d'intubation trachéale : la vidéolaryngoscopie (VL) et la laryngoscopie directe (DL).

La répartition des techniques a été réalisée selon une randomisation 1:1 au sein de chaque groupe professionnel.

Cette approche permet une évaluation croisée :

- De la performance technique (succès à la première tentative, temps d'intubation, désaturation),
- Des complications per-intubation,

- Et des éléments comportementaux (communication, anticipation, gestion du stress), relevant des compétences dites non techniques.

2.7.3.2 Calcul de la taille de l'échantillon

Le protocole repose sur l'hypothèse que, chez des patients à faible risque d'intubation difficile (score d'Arné < 11), la performance d'intubation varie en fonction du niveau d'expérience de l'opérateur et de la technique utilisée. Trois catégories d'opérateurs ont été incluses: Résidents débutants, Résidents seniors, et Auxiliaires médicaux en anesthésie-réanimation expérimentés.

Chaque catégorie a été confrontée aléatoirement à deux techniques d'intubation trachéale, vidéolaryngoscopie (VL) ou laryngoscopie directe (DL), selon une randomisation 1:1 au sein de chaque groupe professionnel.

Ce plan factoriel (3 groupes professionnels × 2 techniques) a permis une évaluation croisée de la performance technique et des compétences non techniques (communication, anticipation, gestion du stress).

Le calcul de la taille d'échantillon a été réalisé sur la base d'une comparaison de deux proportions de succès à la première tentative. En supposant une amélioration de 20 points avec la VL ($p_1 = 70\%$ pour la DL, $p_2 = 90\%$ pour la VL), et en fixant une puissance de 80 % ($\beta = 0,20$), la formule suivante est utilisée :

$$n = [(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 \times (p_1(1 - p_1) + p_2(1 - p_2))] / (p_1 - p_2)^2$$

Avec:

- $Z_{1-\alpha/2} = 1.645$ (niveau de confiance à 90 %)
- $Z_{1-\beta} = 0.84$ (puissance de 80 %)
- $p_1 = 0.70$; $p_2 = 0.90$

$$n = [(1.645 + 0.84)^2 \times (0.7 \times 0.3 + 0.9 \times 0.1)] / (0.2)^2 = (2.485)^2 \times (0.21 + 0.09) / 0.04$$

$$n = 6.18 \times 0.30 / 0.04 = 1.854 / 0.04 = 46.35$$

Ainsi, un effectif d'environ 47 patients par sous-groupe est requis pour détecter une différence de 20 points entre deux techniques d'intubation, avec une puissance de 80 % et un intervalle de confiance de 90 %.

L'échantillon total de cette étude inclut 300 patients, répartis de manière équilibrée dans six sous-groupes de 50 (3 profils professionnels × 2 techniques). Cette taille d'échantillon est donc suffisante pour permettre une analyse comparative valide tout en maintenant la robustesse méthodologique dans un contexte pédagogique appliqué.

2.7.3.3 Population étudiée

L'étude a porté sur une population de 300 patients adultes, opérés pour des pathologies ORL ou cervico-faciales au CHU d'Annaba, présentant un score d'Arné strictement inférieur à 11, ce qui correspond à une intubation trachéale jugée peu difficile sur le plan préopératoire.

2.7.3.3.1 Critères d'inclusion

- Âge ≥ 18 ans,
- Intervention programmée sous anesthésie générale avec intubation trachéale prévue,
- Score d'Arné < 11 en évaluation préanesthésique,
- Accord du patient pour participer à l'étude et pour la réalisation de l'intubation selon la technique aléatoirement attribuée (VL ou DL).

2.7.3.3.2 Critères d'exclusion

- Présence d'un score d'Arné ≥ 11 ,
- Suspicion clinique, fibroscopique ou radiologique d'une voie aérienne difficile non compatible avec l'une des deux techniques
- Pathologie ou terrain nécessitant d'emblée une intubation éveillée ou une technique alternative
- Refus du patient de participer à l'étude ou impossibilité d'obtenir un consentement éclairé.

2.7.3.4 Description de la courbe d'apprentissage : vidéolaryngoscopie (VL) et laryngoscopie directe (DL)

La comparaison des courbes d'apprentissage entre la vidéolaryngoscopie (C-MAC) et la laryngoscopie directe (Macintosh) met en évidence plusieurs différences pédagogiques notables.

Pour la VL, le taux de succès après 5 tentatives dépasse 80 %, avec une stabilisation des performances observée dès 10 à 20 intubations. Le temps moyen nécessaire à l'apprentissage est décrit comme rapide, en grande partie grâce à la vision partagée qu'offre le dispositif : le formateur et l'apprenant peuvent visualiser simultanément le champ laryngé sur l'écran, ce qui permet un accompagnement direct pendant le geste. Cette configuration favorise une correction immédiate des erreurs techniques.

En comparaison, la DL présente un taux de succès inférieur à 60 % après les 5 premières tentatives, avec une stabilisation des résultats seulement après 50 à 75 intubations. L'apprentissage y est plus lent, notamment du fait de l'absence de vision partagée. Le formateur ne dispose que d'informations indirectes, transmises verbalement par l'apprenant ou observées de l'extérieur, limitant ainsi les possibilités de correction immédiate et de guidage précis pendant le geste.

Ces caractéristiques différentielles influencent directement les stratégies pédagogiques à adopter lors de l'enseignement de l'intubation trachéale en contexte difficile.

2.7.3.5 Stratification des opérateurs

L'un des objectifs de cette étude formative est d'évaluer l'influence du niveau d'expérience sur la performance d'intubation trachéale. À cette fin, les opérateurs ont été stratifiés en trois groupes distincts, reflétant des niveaux d'expertise progressifs en anesthésie générale et en gestion des voies aériennes.

- Groupe A : Résidents débutants

Résidents de première et deuxième année (R1–R2), disposant de connaissances théoriques solides mais d'une pratique limitée en intubation. Leur participation a été encadrée par un senior présent en supervision passive conformément aux règles de sécurité.

- Groupe B : Résidents seniors

Résidents de troisième et quatrième année (R3–R4), ayant validé la maîtrise des techniques d'intubation. Ils ont réalisé les procédures de façon autonome, conformément à leur niveau d'autonomie attendu.

- Groupe C : AMAR expérimentés

Auxiliaires médicaux en anesthésie avec au moins cinq ans d'expérience clinique, intervenant régulièrement dans les intubations opératoires. Leur présence dans l'étude reflète les pratiques routinières de terrain.

Chaque intubation a été réalisée dans des conditions de sécurité optimales. Un anesthésiste senior était systématiquement disponible pour intervenir en cas d'échec ou de complication, garantissant la prise en charge rapide de tout événement indésirable.

2.7.3.6 Randomisation des patients

2.7.3.6.1 Répartition des techniques

Les 300 patients inclus ont été randomisés à parts égales entre deux techniques d'intubation (150 vidéolaryngoscopies [VL] et 150 laryngoscopies directes [DL]), puis répartis en fonction du niveau d'expérience de l'opérateur en trois groupes :

Groupe A : Résidents débutants (n = 100)

Groupe B : Résidents seniors (n = 100)

Groupe C : Auxiliaires expérimentés (n = 100)

Chaque sous-groupe professionnel a ainsi réalisé 50 intubations par VL et 50 par DL, permettant une analyse croisée des performances en fonction à la fois de l'opérateur et de la technique utilisée. Cette répartition équitable visait à évaluer l'impact de la technique sur la performance d'intubation, tout en minimisant les biais de sélection.

2.7.3.6.2 Méthode de randomisation

La randomisation a été réalisée par blocs stratifiés afin de garantir une répartition homogène des techniques au sein de chaque groupe professionnel (débutants, seniors, AMAR). Chaque bloc comprenait 10 patients, répartis aléatoirement à l'aide d'un générateur de séquences

aléatoires sous R ou Excel, selon une liste conservée par un investigateur indépendant n'intervenant pas dans l'acte d'intubation.

Cette méthode permettait:

- De contrôler l'exposition équitable à chaque technique pour tous les opérateurs ;
- De réduire le biais de familiarité ou de compétence ;
- De faciliter l'analyse statistique croisée entre groupes et techniques.

La méthode utilisée respecte les standards de la déclaration CONSORT 2010 concernant la conduite et le reporting des essais comparatifs randomisés.

2.7.3.7 Protocole de l'étude

Installation du patient en position décubitus dorsal avec légères flexion cervicale et extension atlanto-occipitale « sniffing position » dès que possible,

Monitoring standard : électrocardiogramme (ECG), pression artérielle non invasive (PNI), saturomètre de pouls (SpO₂), et capnographie prévue dès l'intubation.

Pré oxygénation

Administration de 100 % d'oxygène (FiO₂ = 1.0) via un masque facial étanche pendant 3 minutes, en ventilation spontanée, jusqu'à atteindre une fraction expirée en oxygène > 90 %.

Induction anesthésique

Procédure anesthésique standardisée Afin de minimiser les biais liés aux variations anesthésiques et de garantir des conditions d'intubation reproductibles, une procédure anesthésique uniforme a été appliquée à l'ensemble des patients inclus dans l'étude.

Induction par Injection d'un morphinique (Fentanyl 2 µg/kg), un hypnotique intraveineux (Propofol 2 mg/kg), et curarisation avec du (Rocuronium® 0,6) mg/kg.

Ventilation au masque

Ventilation assistée au masque facial assurée jusqu'à l'obtention d'une curarisation optimale

Intubation trachéale

Réalisation de l'intubation par l'opérateur désigné, selon la technique attribuée par randomisation (VL ou DL).

Technique d'intubation

- Vidéo-laryngoscopie (VL) :

Réalisée avec un vidéo-laryngoscope de type C MAC lame N°4, muni d'une caméra distale permettant la visualisation indirecte de la glotte sur un écran externe. L'usage de guide stylet préformé était systématique. Aucune manœuvre d'optimisation laryngée n'était autorisée sauf échec initial.

- Laryngoscopie directe (DL) :

Réalisée avec un laryngoscope conventionnel à lame Macintosh N°4. L'exposition glottique était obtenue par élévation du laryngoscope sous la main gauche de l'opérateur, sans recours initial au stylet ou à l'aide externe sauf en cas de difficulté.

L'intubation était considérée comme réussie si le tube trachéal était inséré en moins de 120 secondes, sans désaturation sévère ($<90\%$) ni recours à un second opérateur.

Introduction du dispositif (vidéolaryngoscope ou laryngoscope direct) au moment opportun, sans manœuvres accessoires initiales, passage du tube trachéal sans stylet sauf indication prévue pour la VL, confirmation de la position trachéale par capnographie continue (courbe de CO_2 sur trois cycles respiratoires).

Gestion des échecs

En cas d'échec d'intubation à la première tentative (absence de tube en place au bout de 120 secondes ou désaturation $< 92\%$), il était prévu :

- Une seconde tentative avec la même technique, éventuellement après manœuvre d'optimisation,
- Recours à un opérateur plus expérimenté si l'échec persistait,
- Application immédiate du plan de secours préétabli (réoxygénation au masque, intubation alternative selon l'algorithme local de gestion de l'échec d'intubation).

Cette procédure anesthésique standardisée visait à assurer l'homogénéité des conditions cliniques d'intubation, afin que l'étude puisse évaluer spécifiquement l'impact de la technique et du niveau d'expérience de l'opérateur, sans perturbation due à des variations d'induction ou de relaxation musculaire.

2.7.3.8 Critères d'évaluation

2.7.3.8.1 Evaluation des compétences techniques

L'analyse des performances d'intubation dans cette étude formative reposait sur plusieurs critères prédéfinis, visant à évaluer à la fois la réussite technique, la sécurité per-intubation et certaines compétences non techniques associées à la gestion des voies respiratoires.

1. Critère principal

Le succès de l'intubation à la première tentative était défini par l'insertion correcte du tube trachéal sans retrait ni réajustement majeur, en moins de 120 secondes après introduction du dispositif (VL ou DL), sans désaturation sévère ($\text{SpO}_2 < 90\%$), confirmée par capnographie persistante (courbe de CO_2 sur trois cycles respiratoires).

La réussite était enregistrée pour chaque opérateur et analysée selon le groupe professionnel et la technique utilisée.

2. Critères secondaires

Temps d'intubation : Mesuré en secondes, entre l'introduction du laryngoscope dans la cavité buccale et la visualisation d'un capnographe trachéal confirmant le succès de l'intubation.

Saturation minimale per-intubation (SpO₂) : Taux de saturation le plus bas relevé durant la séquence d'intubation.

Incidence des complications per-intubation : Les événements suivants étaient systématiquement relevés :

Désaturation : SpO₂ < 92 %,

Bradycardie : FC < 50 bpm nécessitant traitement,

Traumatisme oro-laryngé : présence de sang visible, lésion dentaire ou blessure pharyngolaryngée,

Échec d'intubation : nécessité d'une technique alternative ou intervention d'un autre opérateur.

2.7.3.8.2 Évaluation des compétences non techniques

Afin d'intégrer une dimension comportementale essentielle dans la gestion des voies aériennes, plusieurs paramètres de compétences non techniques ont été observés :

Anticipation des difficultés : capacité à vérifier le matériel et anticiper les obstacles potentiels,

Gestion du stress : évaluation qualitative de la posture, du maintien de la concentration en situation critique,

Communication et travail en équipe : utilisation appropriée du dialogue avec l'aide-soignant ou l'assistant pendant l'intubation.

Ces compétences ont été notées par des observateurs indépendants à l'aide d'une grille standardisée validée localement.

L'ensemble de ces critères a permis une analyse globale et rigoureuse de la performance en intubation trachéale, intégrant non seulement les aspects purement techniques mais aussi les compétences humaines indispensables à la réussite en anesthésie ORL et cervico-faciale.

Grille d'évaluation des performances individuelles en simulation adaptée à notre étude :

○ Stress perçu (0–10)

Mesure subjective du niveau de tension ou d'anxiété ressenti par le participant durant la simulation.

Interprétation :

0–3 : Stress faible (calme, contrôle émotionnel)

4–6 : Stress modéré (tension notable mais gérable)

7–10 : Stress élevé (impactant potentiellement la performance)

○ Confiance post-acte (0–10)

Autoévaluation de la confiance en sa performance juste après la réalisation de l'intubation ou du protocole.

Interprétation :

- 0–3 : Confiance faible (doute marqué, sentiment d'échec)
- 4–6 : Confiance modérée (incertitude, performance mitigée)
- 7–10 : Confiance élevée (bonne perception de la réussite)

- **Charge mentale (0–10)**

Ressenti de la charge cognitive imposée par la tâche, reflétant l'effort mental requis.

Interprétation :

- 0–3 : Charge faible (maîtrise automatique)
- 4–6 : Charge modérée (effort cognitif soutenu)
- 7–10 : Charge élevée (surcharge, risque d'erreur)

- **Fluidité d'exécution (0–10)**

Evaluation de la continuité et de l'aisance des gestes techniques durant l'acte.

Interprétation :

- 0–3 : Faible fluidité (gestes hachés, hésitations)
- 4–6 : Fluidité moyenne (alternance de fluidité et blocages)
- 7–10 : Fluidité élevée (gestes continus, harmonieux)

- **Sécurité (0–10)**

Le respect des règles de sécurité, anticipation des risques, exécution sans erreur critique.

Interprétation :

- 0–3 : Sécurité faible (erreurs graves, risques non anticipés)
- 4–6 : Sécurité modérée (écarts mineurs, procédure globalement sûre)
- 7–10 : Sécurité élevée (respect strict des protocoles, zéro compromis)

- **Adaptabilité (0–10)**

C'est la capacité à s'ajuster aux imprévus ou aux changements de situation durant la simulation.

Interprétation :

- 0–3 : Faible adaptabilité (rigidité, absence de réaction adaptée)
- 4–6 : Adaptabilité modérée (ajustements partiels, réactivité lente)
- 7–10 : Adaptabilité élevée (réactivité rapide, flexibilité stratégique)

2.7.3.9 Analyse statistique et critères de jugement

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel SPSS version XX, en suivant une approche comparative et multivariée visant à évaluer l'impact du niveau d'expérience de l'opérateur et de la technique d'intubation (vidéolaryngoscopie vs laryngoscopie directe) sur les performances en intubation trachéale.

2.7.3.9.1 Traitement des données

Variables quantitatives (ex : temps d'intubation, saturation minimale) :

Exprimées en moyenne $\pm$ écart type si distribution normale (test de Shapiro-Wilk),

Ou en médiane [intervalle interquartile] en cas de distribution non normale.
Variables qualitatives (ex : succès à la première tentative, complications) :
Exprimées en effectifs (n) et pourcentages (%).

2.7.3.9.2 Comparaison des groupes

Comparaison des taux de succès entre techniques (VL vs DL) et entre niveaux d'expérience :
Test du Chi² de Pearson ou test exact de Fisher si effectifs faibles.
Comparaison des temps d'intubation et des saturations minimales :
Analyse de la variance (ANOVA) si les conditions de normalité et d'homogénéité des variances étaient remplies,
Test de Kruskal-Wallis pour les comparaisons multiples si non-paramétricité.

Critère principal de jugement

Le succès de l'intubation à la première tentative, ce critère a été analysé en proportion (%) pour chaque sous-groupe (débutants, seniors, auxiliaires) et chaque technique (VL vs DL), puis comparé à l'aide du test de Chi² de Pearson.

Critères secondaires de jugement

- Temps d'intubation (en secondes) : mesuré entre l'introduction du laryngoscope et la confirmation capnographique ; exprimé en moyenne $\pm$ écart type, selon la distribution (test de Shapiro-Wilk).
- Saturation minimale per-intubation (SpO₂) : valeur la plus basse relevée durant la procédure, comparée entre les groupes par ANOVA ou test de Kruskal-Wallis.
- Incidence des complications per-intubation :
 - Désaturation modérée (SpO₂ < 92 %),
 - Bradycardie (< 50 bpm),
 - Traumatisme oro-laryngé (lésions, saignements),
 - Nécessité d'un recours à une technique alternative ou à un second opérateur.

Compétences non techniques : observées en temps réel à l'aide d'une grille d'évaluation standardisée, incluant :

- L'anticipation (préparation du matériel, positionnement),
- La gestion du stress (posture, contrôle émotionnel),
- La communication intraéquipe (clarté, efficacité, coopération).
- Charge mentale perçue : évaluée par l'observateur selon une échelle qualitative (type nasa-tlx simplifiée si disponible), classée en trois niveaux (faible, modérée, élevée).

Analyse multivariée

Une analyse de régression logistique binaire a été effectuée pour identifier les facteurs indépendamment associés au succès de l'intubation à la première tentative.

Le modèle incluait comme variables explicatives :

- Technique utilisée (VL ou DL),
- Niveau d'expérience de l'opérateur (débutant, senior, auxiliaire expérimenté),
- Présence ou absence de désaturation per-intubation ($\text{SpO}_2 < 92\%$),
- Charge mentale observée (évaluation qualitative basée sur la grille de compétence non technique).

La relation a été exprimée sous forme d'odds ratios (OR) avec intervalle de confiance à 95 % (IC95 %). Le seuil de significativité statistique a été fixé à $p < 0,05$.

3 REVUE DE LITTÉRATURE

3.1 Gestion des voies respiratoires difficiles: revue de littérature en contexte anesthésique (1990–2025)

3.1.1 Evolution des recommandations et des algorithmes

Dans un souci de sécurité anesthésique [28], plusieurs sociétés internationales reconnues ont orienté leurs travaux sur la gestion des voies respiratoires difficiles, telles que l'American Society of Anesthesiologists (ASA), la Difficult Airway Society UK (DAS), la Société Française d'Anesthésie Réanimation (SFAR) et la All India Difficult Airway Association (AIDAA)...

La prise en charge des voies respiratoires difficile nécessite une réactivité, une rapidité d'action, ainsi que la coordination de toute l'équipe d'anesthésie afin d'assurer la sécurité du patient [2,17], cela peut être difficile à réaliser en raison d'une surcharge cognitive dans un environnement très stressant [29]. Au cours des dernières décennies, une attention particulière a été portée au développement de recommandations et d'algorithmes pour aider les anesthésistes à faire face aux scénarios difficiles des voies respiratoires [1,6].

L'histoire moderne de la prise en charge des voies respiratoires difficiles commence véritablement au début des années 1990 (**Figure 3.1**). L'un des travaux fondateurs dans le domaine de la prise en charge des voies respiratoires difficiles est celui des recommandations de pratique pour la gestion des voies respiratoires difficiles de l'American Society of Anesthesiologists, publiées pour la première fois en 1993 [30,31].

Ces lignes directrices mettaient l'accent sur une stratégie systématique pour la gestion des scénarios de voies respiratoires difficiles, incluant l'évaluation préopératoire, la préparation du matériel alternatif et la planification des techniques de sauvetage et de ventilation d'urgence.

Depuis, plusieurs organisations internationales, comme la Difficult Airway Society au Royaume-Uni et la Society for Airway Management, ont élaboré leurs propres Recommandations basées sur des principes similaires.

Le NAP4 au Royaume-Uni en 2011 a fortement recommandé l'adoption d'algorithmes d'accompagnement avec pour principal objectif réduire la surcharge cognitive et fournir un cadre structuré pour une prise de décision appropriée [17], afin d'améliorer le devenir des patients [4].

Le Projet pour la gestion universelle des voies respiratoires (PUMA) a été créé en 2016, dans le but de promouvoir la collaboration, de recueillir un consensus et de développer une approche universelle de la gestion des voies respiratoires difficiles, pouvant être adapté de manière

adéquate à plusieurs scénarios cliniques, qui pourrait être très efficace pour améliorer d'avantage la gestion des voies respiratoires difficiles [32]

La gestion des voies respiratoires difficiles en anesthésie a connu une évolution significative depuis 1993 jusqu'à janvier 2025, marquée par l'introduction de nouvelles techniques, d'équipements améliorés et de stratégies innovantes.

Afin de fournir une base de recherche solide sur l'évolution de la gestion des voies respiratoires difficiles à notre projet de thèse, une revue systématique de littérature a été indispensable. Dans cette revue de la littérature, nous explorons la recherche internationale sur les algorithmes difficiles de gestion des voies respiratoires en anesthésie de 1993 à nos jours, avec pour objectifs d'identifier, de décrire et de comparer les algorithmes de gestion des voies respiratoires difficiles publiés au cours des 30 dernières années, ce qui a abouti à l'identification de 38 algorithmes de gestion des voies respiratoires difficiles, publiés par plusieurs sociétés internationales reconnues des voies aériennes [33].

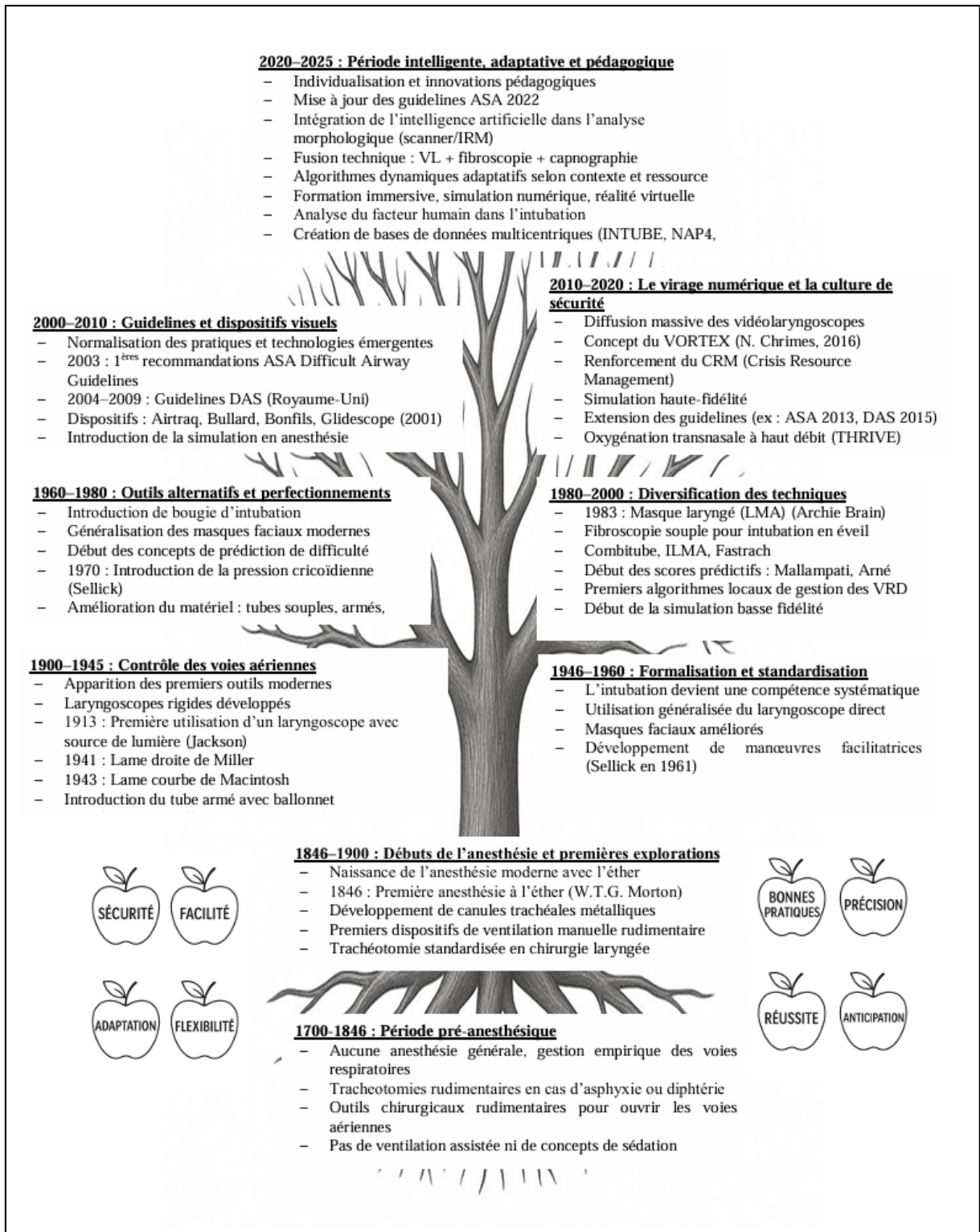


Figure 3.1 : Évolution des pratiques de gestion des voies respiratoires de 1700 à 2025
(Conçu par Dr SOUCI Karima, Université Badji Mokhtar– Faculté de médecine – CHU d'Annaba, 2025.)

L'algorithme de gestion des voies aériennes difficiles, représente une série d'étapes structurées et logiques, conçues pour guider les professionnels de la santé dans la gestion des voies aériennes difficiles. Dernièrement, l'ASA 2022 a introduit l'infographie, qui est une

représentation visuelle de l'information concernant la gestion des voies aériennes difficiles, celle-ci est plus visuelle et moins textuelle que l'algorithme, pouvant être plus attrayante et plus facile à comprendre et mémoriser, mais moins détaillée dans les étapes séquentielles de prise de décision, souvent utilisée pour la formation et la sensibilisation. Ces deux outils sont complémentaires et peuvent être utilisés ensemble pour améliorer la compréhension et la gestion des situations de voies aériennes difficiles, le **tableau 3.1**, offre une synthèse chronologique et géographique des différentes sociétés savantes ayant publié des lignes directrices sur la gestion des voies respiratoires difficiles entre 1993 et 2025.

Tableau 3.1: Comparatif des recommandations Internationales pour la gestion des voies respiratoires difficiles

Société / Organisation	Pays / Région	Période de publication	Spécificités / Contenu
Difficult Airway Society (DAS)	Royaume-Uni	2004–2020	Multiples algorithmes : intubation difficile, extubation, pédiatrie, obstétrique, soins critiques, COVID-19
American Society of Anesthesiologists (ASA)	États-Unis	1993–2022	Algorithmes adultes et pédiatriques, infographies en 3 parties (planification, intubation éveillée, induction)
Project for Universal Management of Airways (PUMA)	International	2016-2022	Tentative de standardisation globale ; algorithme basé sur l'échec de la capnographie post-intubation
All India Difficult Airway Association (AIDAA)	Inde	2016–2020	Algorithmes adaptés pour adultes, obstétrique, pédiatrie, réanimation, extubation, COVID-19
European Society of Anaesthesiology (ESA)	Europe	2024	Aides cognitives et algorithmes pour nouveau-nés et nourrissons
Canadian Airway Focus Group (CAFG)	Canada	1998–2021	Diagrammes de flux pour intubation difficile prévue ou imprévue, parturientes
SIAARTI	Italie	2005	Algorithme pour voies aériennes difficiles chez l'adulte
Australian and New Zealand College of Anaesthetists (ANZCA)	Australie/Nouvelle-Zélande	2017	Algorithme non détaillé dans le texte fourni
Société Française d'Anesthésie Réanimation (SFAR)	France	2018	Recommandations françaises en anesthésie (voies aériennes difficiles)
Emergency Medicine Society of South Africa (EMSSA)	Afrique du Sud	2010	Algorithme pour gestion urgente des voies respiratoires

Les recommandations de la Difficult Airway Society [4,34] fournissent une stratégie pour la gestion des intubations difficiles imprévues, tandis que les recommandations de l'ASA 2022

fournissent des stratégies pour guider la prise en charge des patients présentant des voies respiratoires difficiles [1]

La DAS a créé toute une série de recommandations adaptées au contexte, pour l'adulte, l'enfant, la femme enceinte, le patient en unité de soins intensif, et l'intubation trachéale éveillée.

Il est important de noter que la majorité des algorithmes traite la situation dans laquelle l'intubation trachéale difficile est prévue. Beaucoup d'algorithmes publiés présentent des similitudes avec ceux publiés par l'ASA, avec quelques différences de population cible, de contexte, et de géographie.

Tous les algorithmes analysés présentent une approche identique par étapes de la gestion des voies respiratoires, suggérant l'utilisation de l'intubation trachéale, de la ventilation par masque facial et la mise en place d'un dispositif supraglottique. Suite à ces étapes, la majorité des algorithmes, suggèrent l'accès invasif aux voies respiratoires devant une oxygénation inefficace du patient.

Bien que tous les algorithmes suggérant une voie respiratoire invasive d'urgence dans une situation d'impossibilité d'intuber et d'oxygéner, il manque une terminologie cohérente pour les deux termes. Des terminologies multiples et ambiguës peuvent potentiellement entraver la performance efficace de l'équipe [35]. Dans une situation de stress élevé et de surcharge cognitive, comme un scénario de voies respiratoires difficiles, un langage incohérent ajoute une difficulté supplémentaire à l'initiation d'un accès invasif nécessaire aux voies respiratoires [35], de ce fait lors de la gestion d'une crise des voies respiratoires, il est primordial d'avoir une terminologie claire et comprise par tous les membres de l'équipe. L'adoption d'un langage cohérent et reconnu à l'échelle mondiale serait utile dans ce domaine, on peut prendre à titre d'exemple, le langage utilisé pour la gestion des crises en cas d'arrêt cardiorespiratoire, des termes tels que « rythme choquable », « RCP » et « rester à l'écart » étant universellement reconnus[35]. Actuellement, une tentative est en cours pour résoudre ce problème via une initiative mondiale dirigée par le DAS, visant à développer un lexique pour la gestion des voies respiratoires qui soit concis, précis et universellement cohérent [32,36]

NAP4 suggère que les facteurs humains contribuent à 40 % des issues indésirables des voies respiratoires [17]. Il est donc approprié que les nouveaux algorithmes produits intègre la nécessité des facteurs humains lors d'une gestion difficile des voies respiratoires [37]. Les facteurs humains incluent le leadership, la répartition des rôles et la communication, ainsi que l'optimisation de l'interaction entre les personnes et leur environnement [38]. Il est primordial de prendre en considération l'importance du facteur humain lors de la gestion de crise, afin de garantir le meilleur résultat pour le patient [12,39]. Cependant, seul les algorithmes de la DAS 2015 et la DAS 2018 mentionnent spécifiquement « s'arrêter et réfléchir » comme une étape importante dans la gestion des voies respiratoires [37].

Il est préoccupant de constater que, plus d'une décennie plus tard, les algorithmes des voies respiratoires les plus complexes ne mettent pas spécifiquement en évidence la nécessité de

prendre en compte les facteurs humains, tels qu'une communication claire, concise et structurée.

Les chariots de gestion voies respiratoires difficiles comprennent un large éventail d'équipements. Dans les années 2000, la fibroscopie souple a occupé une place centrale comme technique de référence pour l'intubation difficile, notamment en intubation vigile. Cette approche, bien que très efficace, présentait des limites, courbe d'apprentissage élevée, disponibilité matérielle restreinte et fragilité des dispositifs [40]. L'avènement de la vidéolaryngoscopie dans les années 2005-2010, avec des dispositifs comme le Glidescope®, le C-MAC® ou le McGrath®, a révolutionné l'accès glottique. [41,42].

Mais l'approche la plus utilisée reste l'approche de la disponibilité de l'équipement qui reste la plus bénéfique en cas d'urgence respiratoire et cela a fait l'objet de consensus, et de recommandations concernant le contenu des chariots respiratoires afin d'attirer l'attention sur les catégories d'équipements plutôt que sur des dispositifs spécifiques [38]. Cette approche minimaliste est également évidente dans les algorithmes publiés, avec seulement quatre (29 %) faisant référence à des techniques ou dispositifs spécifiques d'intubation trachéale [43–45].

Dans une étude, publiée en 2019 dans le British Journal of Anaesthesia, les auteurs ont mené une revue systématique des recommandations de gestion des voies respiratoires difficiles de divers pays et ont trouvé plusieurs similitudes, notamment l'importance d'une évaluation approfondie des voies respiratoires, la sélection d'équipements appropriés et la nécessité d'une formation et d'une formation continues, l'importance de l'apprentissage par la simulation. Les auteurs ont conclu que malgré certaines variations dans les recommandations spécifiques, les principes fondamentaux de la gestion des voies respiratoires difficiles restent cohérents dans les recommandations internationales [46].

Un autre aspect important de la gestion difficile des voies respiratoires est l'utilisation d'algorithmes pour guider la prise de décision en cas d'urgence respiratoire. Dans une étude de Law et al. Publiée dans Anesthesia & Analgesia en 2019, les auteurs ont évalué l'efficacité de différents algorithmes de voies respiratoires difficiles dans un contexte de simulation, et ont découvert que les algorithmes qui mettent l'accent sur une approche systématique et une communication claire, étaient associés à de meilleurs résultats [47].

Les données établissant une relation causale directe entre la publication d'algorithmes et l'amélioration des pratiques respiratoires difficiles et les résultats pour les patients ne sont pas largement disponibles dans la littérature. Par conséquent, des études multicentriques robustes et à grande échelle sont nécessaires avant de pouvoir tirer une conclusion sur l'effet global de la mise en œuvre d'algorithmes de voies respiratoires [48].

Dans l'ensemble, la recherche internationale sur les algorithmes de gestion des voies respiratoires difficiles en anesthésie, a mis en évidence l'importance des recommandations standardisées, de la formation continue et de la simulation pour améliorer la sécurité des patients lors de crises des voies respiratoires. En se tenant au courant des dernières pratiques

fondées sur des données probantes en matière de gestion des voies respiratoires difficiles, les anesthésistes peuvent améliorer leur préparation et leur efficacité dans la gestion de ces situations difficiles.

En résumé, la gestion des voies respiratoires difficiles en anesthésie a évolué d'une approche basée sur l'expérience clinique à une pratique plus structurée et technologiquement avancée, mettant l'accent sur la sécurité du patient, la préparation et la formation des professionnels de la santé.[49–51]

3.1.2 Evolution des techniques d'intubation trachéale

3.1.2.1 Laryngoscopie directe

Histoire

La laryngoscopie directe a marqué une étape fondamentale dans l'histoire de l'anesthésie moderne, introduite en 1943 par Sir Robert Reynolds Macintosh, l'invention de la lame courbe Macintosh a radicalement transformé la pratique de l'intubation trachéale [17]. Le design spécifique de cette lame, avec sa courbure prononcée, permettait de soulever la base de la langue et d'obtenir une vue directe de la glotte sans nécessiter une force excessive ou une extension extrême du cou. Cet instrument s'imposa rapidement comme la norme mondiale pour l'intubation, en particulier chez l'adulte.

Parallèlement, Miller développa en 1941 une lame droite plus adaptée aux enfants et aux patients présentant une anatomie difficile, notamment en cas de base de langue volumineuse ou d'espace oropharyngé réduit [52] La lame de Miller vise une élévation directe de l'épiglotte pour exposer la glotte, tandis que la lame de Macintosh s'appuie dans la vallécule pour soulever indirectement l'épiglotte.

Cette double évolution instrumentale fonda les bases de la pratique de la laryngoscopie directe classique telle qu'enseignée jusqu'à aujourd'hui.

Principe d'action :

Le principe fondamental de la laryngoscopie directe repose sur l'alignement optimal de trois axes anatomiques (axe oral ; axe pharyngé et axe laryngé), pour permettre une vision directe de la glotte par l'opérateur [53]. Cet alignement est théoriquement obtenu en plaçant le patient en position d'alignement oro-pharyngo-laryngé (sniffing position), qui associe une flexion sous-occipitale du rachis cervical (élévation de la tête avec un coussin sous l'occiput), à une extension maximale de la tête au niveau de l'articulation atlanto-occipitale. Cette combinaison réduit l'angle entre le pharynx et le larynx, rendant visible l'orifice glottique au travers de la bouche ouverte. Lorsqu'il est correctement réalisé, cet alignement permet d'obtenir une vue glottique satisfaisante (Cormack-Lehane grade I ou II) lors de la laryngoscopie directe.

La manœuvre de laryngoscopie consiste alors à introduire la lame latéralement dans la bouche, puis balayer la langue vers la gauche, et insérer la lame dans la vallécule (lame Macintosh) ou

sous l'épiglotte (lame Miller), en appliquant une traction vers le haut et l'avant pour exposer la glotte sans basculer la tête ni appuyer sur les structures dentaires.

Limites :

Malgré ses fondements théoriques solides, la laryngoscopie directe présente plusieurs limites importantes.

- Nécessité d'un alignement quasi parfait

La méthode classique suppose que l'on puisse aligner aisément les trois axes. Or, dans la réalité clinique, cet alignement peut être compromis par :

Un trismus (limitation sévère de l'ouverture buccale), rendant difficile l'introduction de la lame,

Une masse cervicale (tumeur thyroïdienne, parapharyngée) limitant la mobilité cervicale ou déformant l'axe du larynx,

Une immobilisation rachidienne (traumatisme cervical, spondylarthrite ankylosante) empêchant toute extension nécessaire [4].

Lorsque ces facteurs sont présents, la tentative d'alignement classique échoue, et la glotte devient inobservable malgré les manœuvres de positionnement optimales.

- Application d'une force mécanique importante

La nécessité de soulever la base de la langue et les structures pharyngées impose une force importante sur les incisives supérieures, les tissus mous du plancher buccal, et l'épiglotte.

Cette force, si elle est excessive ou mal dirigée, peut entraîner : des traumatismes dentaires (particulièrement fréquentes lors de tentatives multiples), Contusions linguales, des lésions pharyngées ou laryngées, et un Œdème des voies aériennes supérieures [17]

De plus, chez les patients fragilisés par une pathologie ORL ou par un traitement antérieur comme la radiothérapie, la mobilisation des tissus peut aggraver les risques d'hémorragie, de rupture tumorale ou d'œdème obstructif.

- Difficultés supplémentaires spécifiques aux patients ORL

En chirurgie ORL et cervico-faciale, certaines particularités rendent la laryngoscopie directe encore plus complexe, comme la fibrose post-radique limitant l'extension cervicale, et les tumeurs volumineuses obstruant l'espace oropharyngé, ainsi que la déviation trachéale causée par des masses cervicales compressives.

Dans ces situations, même une tentative "parfaite" d'alignement est vouée à l'échec en raison de l'obstruction physique ou de la rigidité des tissus. Cela impose souvent de recourir à des stratégies alternatives d'abord des voies respiratoires.

3.1.2.2 Fibroscopie souple

Invention et développement historique

La fibroscopie souple a constitué une révolution majeure dans la gestion des voies respiratoires difficiles. Le premier fibroscope fut mis au point dans les années 1960 par Shigeto Ikeda, pionnier japonais de la bronchoscopie moderne. Rapidement adaptée à l'anesthésie, la technique fut popularisée par Ovassapian dans les années 1970-1980 [54]. Son introduction a permis, pour

la première fois, de réaliser des intubations trachéales sous vision directe, sans nécessité d'aligner les axes anatomiques classiques.

La fibre optique a transformé la pratique anesthésique en offrant une solution sécurisée pour les patients présentant des anomalies anatomiques majeures, où échec de la laryngoscopie directe. La création d'unités d'endoscopie souple a été appuyée par les recommandations précoces de sociétés savantes comme l'ASA (American Society of Anesthesiologists) dans leurs premières recommandations sur les voies respiratoires difficiles [1,55]

Principe d'action

La fibroscopie souple repose sur un principe simple mais extrêmement efficace :

Un fibroscope flexible est introduit par la bouche ou par le nez,

Le praticien explore jusqu'à visualiser directement les cordes vocales,

Puis fait avancer un tube orotrachéal ou nasotrachéal sur l'endoscope jusque dans la trachée.

Contrairement à la laryngoscopie directe, aucun alignement strict des axes oral, pharyngé et laryngé n'est nécessaire [53], et le passage suit les courbures naturelles de l'oropharynx et du larynx.

L'avantage majeur est la possibilité de réaliser l'intubation chez un patient éveillé, ventilant spontanément, réduisant ainsi le risque d'obstruction brutale des voies aériennes, et le risque d'hypoxémie aiguë.

Le contrôle visuel continu permet également d'éviter les traumatismes locaux, et la technique est moins dépendante des déformations anatomiques que la laryngoscopie classique.

Indications initiales de la fibroscopie souple : Dès son adoption en anesthésie, la fibroscopie souple a été principalement recommandée dans les situations suivantes :

- Trismus et limitation de l'ouverture buccale : Chez les patients présentant un trismus post-infectieux, ou une fibrose des muscles masticateurs, et une ankylose temporomandibulaire, L'ouverture buccale est insuffisante pour permettre une laryngoscopie classique. La fibroscopie nasale est alors une alternative précieuse pour atteindre la glotte sans besoin d'ouverture importante [1]
- Masse cervicale ou oropharyngée : Les tumeurs de la base de langue, du plancher buccal, du pharynx ou du larynx peuvent rétrécir sévèrement l'espace disponible, modifiant la trajectoire naturelle des voies respiratoires. La fibroscopie permet d'inspecter avec précision autour des obstacles tumoraux et d'atteindre la trachée de manière contrôlée [56]
- Immobilité cervicale : Chez les patients victimes de traumatismes cervicaux, portant des fixateurs externes, ou ayant une spondylarthrite ankylosante, l'impossibilité de flexion-extension cervicale rend la position d'alignement irréalisable. La fibroscopie souple est alors la technique de choix pour éviter toute mobilisation cervicale dangereuse (Frerk C et al., 2015).
- Anticipation d'une intubation difficile : Lorsque l'évaluation préopératoire met en évidence plusieurs critères de difficulté, Mallampati élevé, limitation de mobilité cervicale, ou Anomalie craniofaciale. La fibroscopie est recommandée comme technique primaire planifiée [1]

Limites de la fibroscopie souple :

Bien que révolutionnaire, la fibroscopie souple présente plusieurs limites techniques :

- Obstacles visuels en cas de saignement actif, sécrétions abondantes ou œdème des VRS.
- Compétence opérateur-dépendante : la réussite dépend de l'entraînement et de l'expérience de l'opérateur [4]
- Temps d'intubation plus long que la laryngoscopie directe dans certaines études,
- Tolérance limitée par le patient en cas d'insuffisance d'anesthésie locale.

3.1.2.3 Vidéolaryngoscopie

Historique et évolution technologique : La vidéolaryngoscopie (VL) a transformé la gestion des voies respiratoires difficiles au début des années 2000, en réponse aux limites inhérentes à la laryngoscopie directe. Elle repose sur un concept clé, qui est la visualisation indirecte de la glotte via une caméra miniature, permettant d'intuber sans alignement strict des axes anatomiques.

Le premier dispositif commercialisé à large échelle fut le GlideScope®, présenté par Cooper RM en 2003 [57]. Cependant, de nombreux autres vidéolaryngoscopes ont ensuite été développés, chacun avec des caractéristiques spécifiques (**Tableau 3.2**), adaptés à différents contextes cliniques.

Principe d'action : La vidéolaryngoscopie modifie profondément la technique de l'intubation trachéale :

- Introduction d'une lame anatomique dans la bouche du patient,
- Caméra miniature située au bout de la lame transmettant une image en temps réel sur un écran,
- Navigation visuelle permettant de diriger le tube vers la glotte sans nécessiter d'alignement des axes oral, pharyngé et laryngé [53]

Selon les modèles, certains vidéolaryngoscopes (ex : C-MAC®) offrent une vision simultanée directe et indirecte, d'autres (ex : GlideScope®, McGrath®) fonctionnent uniquement par vision indirecte.

L'usage d'un stylet préformé est souvent recommandé, notamment avec les lames fortement angulées, pour guider correctement le tube vers la trachée.

Tableau 3.2 : Caractéristiques des principaux vidéolaryngoscopes commercialisés [58]

Modèle	Caractéristiques principales
GlideScope®	Lame fortement angulée (~60°), écran externe, vision indirecte optimale, stylet préformé indispensable.
C-MAC®	Lame de type Macintosh modifiée, permet vision directe et vidéo simultanée, idéal pour apprentissage et intubation classique difficile.
McGrath® MAC	Dispositif portable, lame fine avec caméra intégrée, adapté aux voies aériennes difficiles et au bloc opératoire standard.
Airtraq®	Système optique avec conduit pour guider le tube, pas d'écran externe nécessaire, utile en terrain difficile et espaces réduits.
King Vision®	Vidéolaryngoscope compact avec options de lames réutilisables ou jetables, écran intégré.
APA® VL	Lames interchangeable, vision indirecte ou semi-directe, utilisé dans l'enseignement.

Avantages cliniques : La vidéolaryngoscopie présente plusieurs avantages majeurs démontrés par des études cliniques et des revues systématiques [1,17,59] :

- Amélioration de la visualisation glottique
- Augmentation du taux de succès d'intubation difficile
- Meilleure formation et supervision

Limites techniques :

- Difficulté de passage du tube [4]
- Sensibilité aux sécrétions et au sang
- Courbe d'apprentissage : Bien que l'obtention d'une vue glottique soit facilitée, la coordination pour diriger le tube nécessite un certain entraînement [59].

Ils sont désormais recommandés dans les algorithmes de gestion des voies aériennes difficiles par la DAS (2015), l'ASA (2022), et la SFAR (2018) comme alternative de première ou deuxième intention après échec d'une tentative directe.

3.1.2.4 Dispositifs supraglottiques (SAD)

Historique

Le concept de dispositif supraglottique (SAD, pour Supraglottic Airway Device) a été introduit dans la pratique clinique par Archie Brain en 1983, avec l'invention de la Laryngeal Mask Airway® (LMA) [60]. À l'époque, la LMA représentait une innovation majeure en fournissant une alternative intermédiaire entre la ventilation au masque facial et l'intubation trachéale.

Son objectif initial était :

- D'améliorer la perméabilité des voies aériennes,
- De libérer les mains de l'opérateur pendant l'anesthésie générale,
- D'offrir une solution plus sécurisée que la simple ventilation au masque, mais moins invasive qu'une intubation.

Depuis son invention, les dispositifs supraglottiques ont connu de nombreuses améliorations technologiques, aboutissant à plusieurs générations de SAD, chacune visant à accroître la sécurité et l'efficacité clinique.

Application clinique

Les SAD de première et deuxième génération sont devenus des outils incontournables en anesthésie et en médecine d'urgence.

- Principales indications :

Ventilation de secours en cas d'échec d'intubation et de ventilation au masque, un SAD permet de rétablir rapidement une ventilation efficace [34,44]

Passage d'un fibroscope pour intubation assistée : En situation de voie aérienne difficile anticipée ou non anticipée, certains SAD (ex : i-gel®, LMA Fastrach®) permettent de ventiler le patient temporairement, et d'utiliser le canal central pour guider un fibroscope et réaliser une intubation trans-SAD [4].

Cette technique est particulièrement valorisée dans les recommandations de gestion difficile des voies aériennes [1,4]

Utilisation en chirurgie ambulatoire : Les SAD sont aussi largement utilisés pour des interventions courtes sous anesthésie générale légère, en ventilation spontanée ou assistée, lorsque le risque d'aspiration est faible.

– Limites et précautions :

Malgré leurs nombreux avantages, les SAD ne doivent pas être considérés comme des solutions universelles :

Contre-indiqués en cas de risque élevé d'inhalation (ex : estomac plein, grossesse avancée)

Moins protecteurs que l'intubation trachéale en cas de vomissement actif

Positionnement parfois imparfait, nécessitant des manœuvres d'ajustement.

La réussite de leur utilisation dépend donc d'une sélection rigoureuse des patients et d'une évaluation peropératoire continue.

3.1.2.5 Laryngoscopie chirurgicale et bronchoscopie rigide

Dans les scénarios critiques d'échec d'intubation ou d'impossibilité combinée d'intubation et d'oxygénation (CICO), les dispositifs chirurgicaux tels que le laryngoscope opératoire (type laryngoscope de commissure antérieure) ou le bronchoscope rigide offrent des solutions vitales pour restaurer une voie aérienne sécurisée.

Loin d'être des techniques réservées uniquement aux chirurgiens ORL, leur utilisation en anesthésie dans des contextes extrêmes est aujourd'hui bien documentée et encouragée dans certaines situations sélectionnées [44,56].

Laryngoscopie chirurgicale : La laryngoscopie opératoire utilise des laryngoscopes spécifiques tels que :

- Le laryngoscope de commissure antérieure de Hollinger,
- Le laryngoscope de suspension.

Ces dispositifs permettent :

- Une exposition large et fixe du larynx,
- Une ventilation possible via un circuit d'anesthésie raccordé au tube de laryngoscope,
- La possibilité de passer des outils (fibroscope, bougie) ou un cathéter d'intubation à travers la lumière du laryngoscope.

Plusieurs études ont montré que l'utilisation du laryngoscope opératoire a permis de sécuriser plus de 35 % des voies respiratoires jugées impossibles initialement, l'adoption systématique de cette stratégie a permis de réduire de près de moitié le nombre de cricothyroïdotomies d'urgence nécessaires.

Ces résultats soulignent que dans certaines anatomies (ORL tumorale, trismus modéré, pathologies laryngées), la laryngoscopie chirurgicale peut éviter un accès chirurgical d'urgence si elle est utilisée précocement.

Bronchoscopie rigide : La bronchoscopie rigide, utilisé traditionnellement pour l'exploration et la chirurgie trachéobronchique, peut également être déployé dans les échecs d'intubation, et les situations de ventilation impossible par voies classiques.

- Principe :
 - Insertion transorale du bronchoscope rigide sous vision directe,
 - Ventilation manuelle assurée via le tube du bronchoscope (adaptateur en "T" pour insufflation),
 - Passage secondaire d'un cathéter d'échange ou d'une bougie pour guider l'intubation endotrachéale [48].
- Avantages :
 - Grand diamètre de la lumière interne permettant une bonne ventilation,
 - Structure métallique robuste maintenant une voie aérienne ouverte même en cas d'œdème ou de collapsus des tissus mous,
 - Permet d'atteindre la trachée malgré une obstruction pharyngée sévère.
- Indications et contexte d'utilisation :
 - Échec d'intubation par VL, DL, SAD,
 - Voies aériennes obstruées par tumeur, œdème, infection sévère (ex : cellulite, abcès parapharyngé),
 - Trismus modéré empêchant une ouverture suffisante pour la DL mais permettant l'introduction d'un laryngoscope chirurgical étroit,
 - Pathologies laryngées tumorales (glotte non visualisable par VL classique).

Dans les recommandations modernes, ces techniques sont considérées comme une option de sauvetage à privilégier avant de passer directement à une cricothyroïdectomie en cas de disponibilité et d'expertise suffisante [4,17,61].

- Limites
 - Nécessité d'un plateau technique adapté (laryngoscopes opératoires, bronchoscopes rigides),
 - Courbe d'apprentissage élevée, nécessitant un entraînement spécifique,
 - Disponibilité immédiate du matériel et d'un opérateur entraîné indispensable,
 - Risque de traumatismes locaux si la technique est mal réalisée (lésions dentaires, lacérations oropharyngées).

Par ailleurs, ces techniques ne sont pas adaptées si l'accès buccal est complètement impossible (trismus complet, ankylose sévère).

3.1.2.6 Accès chirurgical aux voies aériennes : cricothyroïdectomie et trachéotomie

Dans les situations extrêmes d'échec d'intubation trachéale et d'impossibilité de ventilation efficace, l'accès chirurgical aux voies aériennes constitue le dernier recours vital pour restaurer une oxygénation. Les deux principales techniques sont la cricothyroïdectomie et la trachéotomie. Elles diffèrent par leur indication, leur contexte d'exécution, leur technicité, et leurs implications à court et long terme.

Cricothyroïdectomie

La cricothyroïdectomie a été décrite pour la première fois au XIX^e siècle comme un moyen d'accès rapide aux voies respiratoires en cas d'obstruction laryngée. Elle a été intégrée officiellement dans les algorithmes modernes de gestion des voies respiratoires difficiles (DAS 2015 ; ASA 2022) comme l'intervention d'urgence ultime en situation de "cannot intubate, cannot oxygenate" (CICO).

Selon les recommandations, une cricothyroïdectomie doit être initiée sans délai dès que l'intubation et la ventilation échouent simultanément [1,4,34,62].

- Indications :
 - o Échec combiné de l'intubation et de la ventilation (CICO),
 - o Obstruction pharyngée ou laryngée infranchissable (ex: tumeur volumineuse, œdème massif),
 - o Impossibilité d'établir un échange gazeux efficace par des méthodes conventionnelles,
 - o Traumatisme cervical sévère compromettant l'accès standard.

La cricothyroïdectomie est donc une procédure de salvatrice, dont l'objectif unique est de sauver la vie en restaurant une ventilation.

- Techniques de cricothyroïdectomie

1. Cricothyroïdectomie chirurgicale ("scalpel-bougie-tube")

Technique recommandée par les guidelines de la DAS 2015 :

Incision verticale de la peau au-dessus de la membrane cricothyroïdienne, identification manuelle de la membrane, incision horizontale de la membrane cricothyroïdienne, et passage d'une bougie puis glissement d'un tube endotrachéal.

- Avantages :
 - o Technique rapide, peu dépendante de matériel sophistiqué,
 - o Applicable même en contexte de ressources limitées.
- Limites :
 - o Nécessite une bonne connaissance de l'anatomie cervicale,
 - o Risque de lésion des structures adjacentes (thyroïde, vaisseaux).

2. Cricothyroïdectomie percutanée par dilatation (technique Seldinger)

Procédure utilisant des kits spécifiques (ex : Melker Kit) : Ponction à l'aiguille de la membrane cricothyroïdienne, et introduction d'un guide métallique, puis dilatation progressive et introduction finale d'un tube de ventilation.

- Avantages :
 - o Diminution théorique du traumatisme tissulaire,
 - o Plus de contrôle pendant la progression.
- Limites :
 - o Moins adapté aux situations d'urgence extrême,
 - o Requiert un matériel spécifique et une expérience préalable.

Trachéotomie :

La trachéotomie est l'une des plus anciennes interventions chirurgicales documentées, mentionnée dès l'Antiquité (Égypte ancienne). Elle est pratiquée de façon planifiée ou semi-urgente pour assurer un contrôle stable et prolongé des voies respiratoires.

Contrairement à la cricothyroïdotomie, la trachéotomie est généralement réalisée en milieu stérile, par un chirurgien ORL formé, avec une anticipation dans le cadre d'une obstruction attendue ou d'une ventilation prolongée.

- Indications :

- Intubation prolongée (généralement après 7–10 jours de ventilation mécanique),
- Obstruction chronique ou massive des voies aériennes supérieures (tumeur, sténose post-radique),
- Protection des voies respiratoires en cas de coma profond ou lésions neurologiques graves,
- Chirurgie ORL complexe nécessitant un contrôle direct des voies respiratoires (ex: laryngectomies, résections tumorales majeures).
- Dans certaines chirurgies ORL lourdes, la trachéotomie peut être réalisée en prophylaxie avant même l'induction anesthésique pour sécuriser les voies aériennes [12,16,17].

- Techniques de trachéotomie :

1. Trachéotomie chirurgicale classique : Procédure réalisée sous anesthésie générale ou locale, après une incision horizontale ou verticale du cou, la dissection minutieuse jusqu'à la trachée, ouverture d'un ou plusieurs anneaux trachéaux, et introduction d'une canule trachéale.

- Avantages :

- Excellente stabilité,
- Faible taux d'infection si réalisée dans des conditions stériles,
- Adaptée aux anomalies anatomiques complexes.

2. Trachéotomie percutanée dilatée (PDT) :

Technique utilisée surtout en soins intensifs, après ponction de la trachée entre le 2^e et le 3^e anneau trachéal, passage d'un guide métallique (technique Seldinger), et dilatation progressive puis insertion de la canule.

- Avantages :

- Réalisable au lit du patient,
- Temps opératoire réduit,
- Moins d'incision cutanée.

- Limites :

- Moins adaptée en cas d'anatomie difficile,
- Risque de complications (faux trajet, pneumothorax) si mal réalisée.

3.2 Définition des concepts

3.2.1 Qu'est-ce qu'une « voie respiratoire difficile » exactement?

Les voies respiratoires difficiles (DA) ont été définies par les recommandations de pratique de l'American Society of Anesthesiologists (ASA) pour la gestion des voies respiratoires difficiles comme une situation clinique dans laquelle un anesthésiologiste de formation conventionnelle, rencontre des difficultés prévues ou imprévues, voire un échec de gestion des voies respiratoires, qui peut aboutir à des difficultés ou l'impossibilité d'oxygéner un patient [1].

La SFAR considère qu'une intubation est difficile lorsque la mise en place d'une sonde orotrachéale par un anesthésiste expérimenté nécessite plus de 10 minutes et/ou plus de deux laryngoscopies consécutives, dans la position modifiée de Jackson, avec ou sans compression laryngée (BURP) [62]

Cette difficulté d'oxygéner le patient peut survenir au cours de la pratique d'une ou de plusieurs des techniques suivantes : ventilation au masque facial, laryngoscopie, ventilation via un dispositif supraglottique, une intubation trachéale, une voie aérienne invasive de la face antérieure du cou, et une extubation [1].

Par conséquent, il faut se poser quatre questions fondamentales avant d'induire une anesthésie générale et de devoir gérer des voies respiratoires :

1. Pourrai-je oxygéner et ventiler ce patient à l'aide d'un masque facial ?
2. Pourrai-je placer un dispositif supraglottique chez ce patient si nécessaire ?
3. Serai-je capable d'intuber ce patient par voie trachéale en cas de besoin ?
4. Ai-je accès à la trachée de ce patient si une voie aérienne invasive du cou est nécessaire ?

La seule façon de répondre avec précision à ces questions est de procéder à une évaluation des voies respiratoires [1].

3.2.2 La ventilation difficile au masque facial

La difficulté ou l'échec de la VMF peuvent être décrits comme l'impossible de fournir une ventilation adéquate confirmée par la détection du dioxyde de carbone en fin d'expiration, en raison d'un ou plusieurs des problèmes suivants : un défaut d'étanchéité du masque, une fuite de gaz excessive ou une résistance excessive à l'entrée ou à la sortie des gaz. Le CAGF n'inclut pas le nombre de mains utilisées pour l'étanchéité du masque (c'est-à-dire 1 contre 2) dans sa définition de la difficulté, reconnaissant que l'utilisation de deux mains peut simplement refléter la préférence du clinicien ou la nécessité d'optimiser l'étanchéité. Les indicateurs de ventilation difficile incluent l'absence ou l'insuffisance de dioxyde de carbone expiré, l'absence ou l'insuffisance de mouvement thoracique, l'absence ou l'insuffisance de bruits respiratoires, des signes auscultatoires d'obstruction sévère, cyanose, distension gastrique, diminution de la saturation en oxygène, absence ou insuffisance de débit de gaz expiré mesuré par spirométrie, anomalies pulmonaires anatomiques détectées par échographie pulmonaire, et des changements

hémodynamiques associés à l'hypoxémie ou à l'hypercapnie (par exemple, hypertension, tachycardie, bradycardie, arythmie). [1,47]

3.2.3 La laryngoscopie difficile

La laryngoscopie difficile ou échouée est définie par l'impossible de visualiser une partie ou la totalité des cordes vocales, généralement quantifiée à l'aide du grade de Cormack-Lehane [16] de facile à difficile après plusieurs tentatives de laryngoscopie directe (**Figure 3.2**). Le CAFG rajoute dans ses recommandations la notion de difficulté avec la laryngoscopie indirecte également. Les sécrétions, le sang, les vomissements et les problèmes de buée ou d'éclairage peuvent aussi entraîner des difficultés lors de la laryngoscopie [1,47,62].

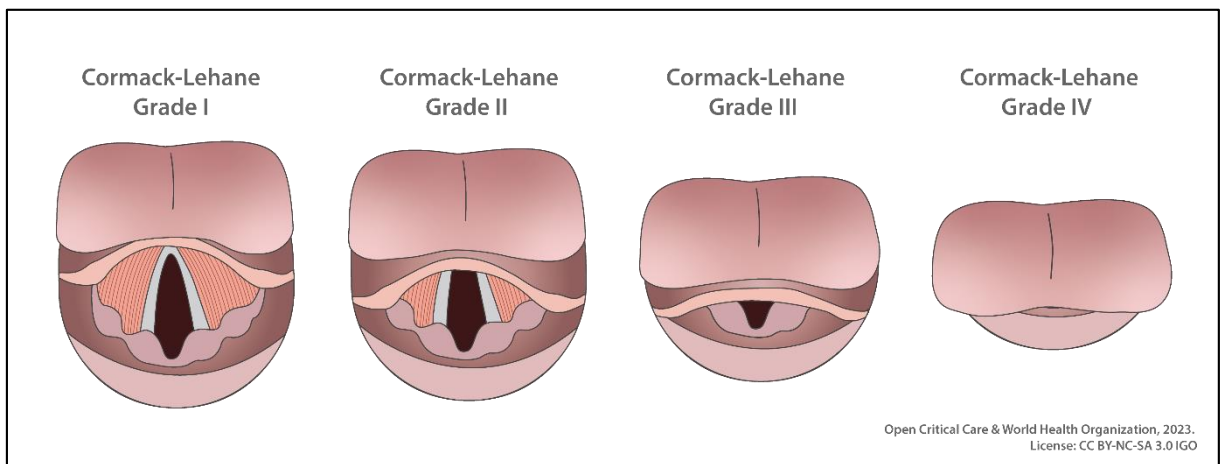


Figure 3.2 : Score de Cormack & Lehane

3.2.4 La ventilation difficile via un dispositif supra-glottique

L'utilisation des voies aériennes supra-glottiques est difficile lorsqu'il n'est pas possible de fournir une ventilation adéquate en raison d'un ou plusieurs des problèmes suivants : difficulté de placement de la voie aérienne supra-glottique, placement de la voie aérienne supra-glottique nécessitant plusieurs tentatives, défaut d'étanchéité de la voie aérienne supra-glottique, fuite de gaz excessive ou résistance excessive à l'entrée ou à la sortie des gaz [1].

3.2.5 L'intubation trachéale difficile ou impossible

L'ASA définit l'intubation trachéale difficile par la nécessité de plusieurs tentatives pour mettre la sonde dans la trachée, et l'intubation trachéale impossible par l'échec de mise en place de la sonde trachéale après plusieurs tentatives [1].

Le CAFG ne se base pas uniquement sur le nombre de tentative dans la définition de l'intubation difficile, mais aussi sur la nécessité d'intervention d'un opérateur plus expérimenté, ainsi que toute modification de technique ou de dispositif [47].

L'échec d'intubation trachéale est déclaré si le patient n'est pas intubé après un maximum de trois tentatives par un gestionnaire des voies respiratoires expérimenté, cette définition d'intubation impossible n'est pas péjorative, mais sert à signaler au gestionnaire des voies respiratoires qu'il faut demander de l'aide et suivre une autre ligne de conduite [1,63].

3.2.6 L'extubation trachéale difficile ou échouée

La perte de perméabilité des voies respiratoires, et une ventilation inadéquate après le retrait d'une sonde trachéale, ou d'une voie aérienne supraglottique chez un patient présentant des voies respiratoires difficiles connues ou suspectées [1].

3.2.7 Voie aérienne invasive difficile ou échouée

Il s'agit d'un accès d'urgence à la trachée par l'avant du cou, par cricothyrotomie ou trachéotomie entre les mains de non-chirurgiens. Des caractéristiques ou des anomalies anatomiques réduisant ou empêchant la probabilité de réussir à placer une voie aérienne dans la trachée à travers la face antérieure du cou (eFONA) [1].

3.2.8 Oxygénation impossible

La situation de CVCO se produit lorsque les tentatives de ventilation du patient avec les trois méthodes (intubation trachéale, ventilation au masque facial ou à travers un dispositif supra glottique) ont échoué, entraînant une hypoxémie. Après de nombreuses discussions, le CAGF a choisi d'introduire le terme CVCO plutôt que de faire référence à « ne peut pas intuber, ne peut pas oxygéner » (CICO) utilisé par de nombreuses sociétés spécialisées dans la gestion des voies respiratoires dont l'ASA et la DAS pour deux raisons. Tout d'abord, cela permet de dévaloriser ce qui aurait pu être une focalisation inappropriée sur l'intubation trachéale étant donné que les paramètres physiologiques de la ventilation et de l'oxygénation sont les objectifs les plus importants. Historiquement, cela aurait pu conduire à la persistance de multiples tentatives vaines d'intubation trachéale chez le patient hypoxémique imminent ou déjà hypoxémique et aurait pu ne pas inciter à une tentative de ventilation à l'aide d'un dispositif supra glottique. Deuxièmement, la capnographie de forme d'onde absente ou fortement atténuée qui accompagne chaque échec d'intubation trachéale, de VFM et d'utilisation de SGA (c'est-à-dire, l'impossibilité de ventiler) précédera parfois une désaturation importante en oxygène, en particulier chez le patient bien préoxygéné (ou éventuellement, lorsque l'oxygénation apnéique est utilisée). Cette fenêtre d'hypoxémie imminente, entre la reconnaissance de la situation « impossible de ventiler » et le début d'une hypoxémie sévère, offre la meilleure opportunité d'obtenir un bon résultat pour le patient en effectuant rapidement l'eFONA [1,4].

3.2.9 Succès de l'intubation à la première tentative

Le succès de l'intubation trachéale à la première tentative est défini comme l'introduction d'une sonde d'intubation dans la trachée en une seule manœuvre, sans retrait complet de l'instrument

utilisé (laryngoscope direct ou vidéolaryngoscope), et sans recours à un changement de dispositif ou d'opérateur.

La manœuvre doit être réalisée sans interruption prolongée (> 60 secondes), sans épisode de désaturation critique ($\text{SpO}_2 < 92\%$) ni nécessité de ventilation de secours entre deux tentatives. Le recours à un guide de type bougie ou stylet est autorisé, à condition qu'il soit utilisé au cours de la même tentative, sans retrait du dispositif initial.

La visualisation glottique doit être documentée à l'aide de la classification de Cormack-Lehane, bien qu'elle ne conditionne pas à elle seule la réussite.

Toute manœuvre impliquant un retrait de l'instrument, une ventilation intermédiaire, un changement d'opérateur ou une désaturation majeure est considérée comme un échec de première tentative, même si l'intubation est ultérieurement réussie.

3.2.10 Nombre critique de tentatives

Nombre total de fois où une laryngoscopie est entreprise pour tenter d'intuber. Seuil critique ≥ 2 selon les guidelines.

3.2.11 Temps d'intubation

Temps entre l'introduction du laryngoscope et la confirmation de la ventilation trachéale (capnographie positive).

3.2.12 Intubation difficile prévue

Correspondant à une évaluation préopératoire à risque selon un score d'Arné strictement supérieur à 11 [11]

3.2.13 Intubation difficile réelle

Définie en peropératoire par un score IDS ≥ 5 , seuil validé dans la littérature pour objectiver une difficulté d'intubation [64].

3.2.14 Difficulté de visualisation glottique

Correspond à un score de Cormack-Lehane $\geq \text{III}$ en littérature.

3.2.15 Techniques d'optimisation de l'intubation

Les techniques d'optimisation regroupent l'ensemble des manœuvres, ajustements posturaux et aides techniques visant à améliorer les conditions d'exposition laryngée et à faciliter l'intubation trachéale, particulièrement en contexte de voie aérienne difficile.

Elles incluent :

- Positionnement optimal (position de sniffing ou ramped position chez l'obèse)
- Manœuvre BURP (Backwards, Upwards, Rightwards Pressure sur le cartilage thyroïde)
- Utilisation d'accessoires : stylet préformé, bougie d'intubation, mandrin...
- Oxygénation apnéique pendant l'intubation (ex. : Optiflow, insufflation nasale)

Elle ont pour objectif d'augmenter les chances de succès à la première tentative et limiter les traumatismes laryngés et le risque d'hypoxie [4,65].

3.2.16 Contre-indication à la laryngoscopie directe

Une contre-indication à la laryngoscopie directe désigne toute situation dans laquelle l'introduction d'une lame de laryngoscope en bouche pourrait aggraver une obstruction, causer un traumatisme, ou s'avérer inefficace voire dangereuse du fait de contraintes anatomiques, infectieuses ou oncologiques [66].

Elle peut être :

- Anatomique : trismus sévère, ankylose temporo-mandibulaire, syngnathie, macroglossie
- Infectieuse : cellulite cervico-faciale, abcès parapharyngé, uvulaire ou périlaryngé
- Tumorale : tumeur laryngée obstructive, masse de la base de langue ou du pharynx, volumineux goitre compressif
- Post-radique : fibrose cervicale, cou figé, œdème laryngé chronique

Dans ces cas, l'intubation doit être envisagée à l'état d'éveil, sous fibroscopie ou par trachéotomie, pour éviter toute perte de contrôle de la ventilation.

3.2.17 Contre-indication à l'intubation fibroscopique

Une contre-indication à l'intubation fibroscopique désigne toute condition dans laquelle le passage d'un fibroscope souple est techniquement impossible, inefficace ou risqué, rendant cette technique inadaptée pour sécuriser la voie aérienne [67].

Elle peut être :

- Obstruction laryngée infranchissable : sténose trachéale, masse sous-glottique non perméable
- Hémorragie active des voies aériennes : saignement oropharyngé ou endolaryngé (altère la visibilité optique)
- Absence de coopération du patient en cas d'ATI (agitation, refus, hypoxie sévère non tolérable)
- Échec technique préalable documenté (fibroscope bloqué, anatomie inaccessible malgré anesthésie locale bien conduite)
- Impossibilité de passage nasal (fracture du massif facial, polypose bilatérale, cloison déviée occlusive)

Dans ces cas, une vidéolaryngoscopie ou une trachéotomie programmée est souvent préférée selon la situation.

3.3 Évaluation pré-anesthésique des voies respiratoires

L'évaluation pré anesthésique des voies respiratoires est recommandée par toutes les sociétés d'anesthésie, elle est impérative pour réduire les risques.

L'évaluation conventionnelle se concentre sur les caractéristiques des voies respiratoires du patient, afin de stratifier les facteurs de risque de voies respiratoires difficiles, dans lesquelles le succès des techniques d'oxygénation peut être compromis.

Les évaluations visent à détecter les risques potentiels de difficultés anatomiques et physiologiques, ainsi que l'identification et la gestion des enjeux contextuels de la prise en charge des voies respiratoires.

L'objectif principal de l'évaluation est de garantir l'identification des problèmes potentiels afin de prendre des mesures adéquates de sécurité.

L'aspect contextuel de la gestion est également important, et fait partie intégrante de l'évaluation, la stratégie de stratification des risques doit être axée sur la faisabilité clinique de l'utilisation d'outils et de techniques disponibles pour les voies respiratoires et sur les facteurs de risque d'échec correspondants. [68]

3.3.1 Introduction à la théorie des trois colonnes

La gestion des voies respiratoires en anesthésie, en particulier dans les contextes difficiles, ne peut plus reposer uniquement sur l'habileté technique ou l'expérience individuelle. Pour répondre aux exigences croissantes de sécurité et de performance, plusieurs modèles conceptuels ont émergé afin de structurer la prise de décision et d'anticiper les échecs.

Parmi ces modèles, la théorie des trois colonnes (**Figure 3.3**) propose une lecture anatomique et fonctionnelle des difficultés d'intubation, en identifiant trois axes majeurs de vulnérabilité :

- La colonne antérieure (axe d'abord et d'accès à la trachée),
- La colonne moyenne (axe de ventilation et d'oxygénation),
- La colonne postérieure (axe de mobilité et de positionnement cervical).

Ce modèle permet d'analyser de façon systématique les obstacles potentiels à l'intubation trachéale, qu'ils soient liés à l'anatomie, à la pathologie, ou à des limitations posturales. En parallèle, il offre un socle pertinent pour adapter les stratégies techniques et sécuritaires selon les profils cliniques.

Avant d'aborder les outils classiques d'évaluation des voies respiratoires, il est donc essentiel de comprendre ce cadre de réflexion anatomique qui renforce la cohérence entre évaluation préanesthésique, planification des gestes et choix des dispositifs.

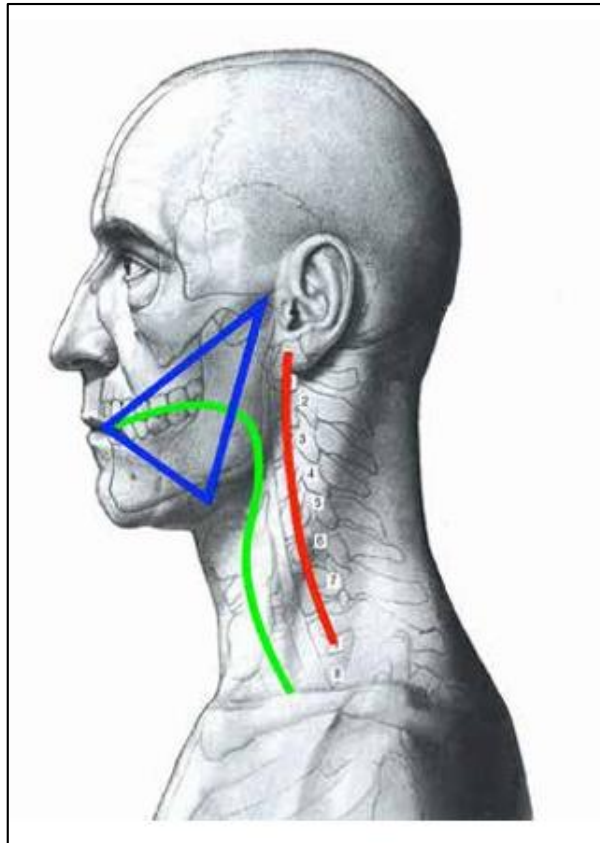


Figure 3.3 : Théorie des trois colonnes – colonne antérieure (triangle bleu), colonne moyenne (ligne verte) et colonne postérieure (ligne rouge) [69]

Cette illustration schématise les trois colonnes cervicales impliquées dans la gestion des voies respiratoires difficiles:

- Colonne antérieure (triangle bleu): Elle correspond à la voie d'abord trachéale directe. Elle englobe les structures anatomiques situées entre la mandibule et la trachée cervicale (langue, plancher buccal, hyoïde, larynx, trachée), toute masse, infection ou fibrose dans cette région complique l'intubation ou rend la trachéotomie difficile.
- Colonne moyenne (ligne verte): Elle représente la voie d'oxygénation/ventilation, soit le trajet laryngé et trachéal naturel depuis l'oropharynx vers les bronches, sa perméabilité est essentielle pour l'efficacité de l'intubation ou de la ventilation. Une compression ou une déviation peut engendrer une obstruction fonctionnelle.
- Colonne postérieure (ligne rouge): Elle correspond à la mobilité cervicale et à l'alignement des axes oro-pharyngo-trachéaux, les cervicalgies, fixations rachidiennes ou traumatismes affectant cette colonne limitent la position optimale pour l'intubation.

Cette modélisation anatomique en trois colonnes permet une analyse pré-anesthésique structurée, en identifiant:

- Les obstacles d'abord direct (colonne antérieure),

- Les risques d'obstruction (colonne moyenne),
- Les limitations de position (colonne postérieure).

3.3.2 Identification des difficultés anatomiques de gestion des voies respiratoires

L'évaluation pré-anesthésique conventionnelle doit inclure les antécédents médicaux, chirurgicaux, et expositions anesthésiques antérieures, un examen physique général ainsi qu'une évaluation ciblée des voies respiratoires, et une imagerie diagnostique. Une évaluation adéquate doit fournir des informations fondamentales pour faciliter l'élaboration d'une stratégie de gestion des voies respiratoires supérieures.

3.3.2.1 Les antécédents spécifiques aux difficultés de gestion des voies respiratoires

Un interrogatoire minutieux sur les antécédents médico-chirurgicaux, et anesthésiques antérieurs avec un accent particulier sur la gestion des voies respiratoires, l'identification des facteurs de risque d'une éventuelle ventilation difficile et d'une intubation trachéale difficile.

La chirurgie ORL et cervico-faciale, peut concerner une large population de patients, différentes tranches d'âges, différents score ASA, le tabagisme et l'alcool sont des facteurs de risques fréquents.

Le risque périopératoire lié à cette chirurgie, augmente avec l'âge avancé et un nombre accru de comorbidités. Au sein d'une équipe multidisciplinaire, le médecin anesthésiste joue un rôle crucial dans la démarche thérapeutique, l'optimisation de l'état du patient en préopératoire et la pondération du rapport bénéfice/risque de l'intervention chirurgicale.

Les antécédents d'intubation trachéale difficile

Sont l'un des prédictors les plus importants de la difficulté prévue des voies respiratoires [18,70]. Il convient de mentionner qu'un historique d'intubation facile ne garantit pas une gestion ultérieure des voies respiratoires sans incident dans la chirurgie ORL et cervico-faciale, en raison de l'évolution des processus pathologiques sous-jacents et de leur effet significatif sur l'anatomie des voies respiratoires [3].

Les antécédents du patient doivent être évalués pour détecter les facteurs de risque potentiels, les conditions cliniques associées à des voies respiratoires difficiles peuvent être le résultat d'anomalies congénitales du visage et des voies aérodigestives supérieures, ou de pathologie des voies respiratoires telle qu'un traumatisme, une infection des voies respiratoires, une tumeur ou des anomalies acquises des voies respiratoires.

Les pathologies congénitales

Certaines des caractéristiques cliniques courantes associées à une gestion difficile des voies respiratoires, observées chez des enfants atteints de syndromes congénitaux comprennent une mobilité et longueur limitée du cou, résultant de la fusion des vertèbres cervicales dans le syndrome de Klippel-Feil. Une micrognathie et une rétraction de la langue due à l'hypodysplasie mandibulaire dans le syndrome de Pierre Robin et le syndrome de Treacher

Collins, et à la macroglossie et à la petite ouverture buccale dans le syndrome de Beckwith-Wiedemann et le syndrome de Goldenhar. Le syndrome de Down (trisomie 21) est associé à de multiples problèmes des voies respiratoires, notamment la macroglossie, le cou court et l'instabilité atlanto-axiale. Plusieurs caractéristiques dysmorphiques peuvent coexister chez un même patient. La prévision des difficultés des voies respiratoires repose sur l'évaluation des anomalies et de leurs impacts sur la gestion des voies respiratoires. [71]

Cependant, pour les patients présentant une anomalie des voies aérodigestives telle qu'une muco-polysaccharidose dans le syndrome de Hurler et une sténose sous-glottique dans le syndrome de Down, la prédiction d'une difficulté des voies respiratoires repose principalement sur un diagnostic antérieur, des antécédents d'obstruction des voies respiratoires telles qu'une apnée du sommeil importante ou des résultats de fibroscopie endo nasale au lit du patient.

Les pathologies des voies respiratoires

Diverses pathologies des voies respiratoires, ou délabrements tissulaires acquis lors d'une intervention chirurgicale antérieure, ou effets secondaire d'une radiothérapie sont observés chez les patients en chirurgie ORL et cervico-faciale. Les principaux défis dans la gestion des voies respiratoires chez ces personnes sont les résultats d'une obstruction du flux d'air ou du trajet d'intubation, ou des modifications anatomiques des voies respiratoires. [61]

Etant donné que les localisations des lésions varient, les outils conventionnels d'évaluation des voies respiratoires peuvent ne pas être fiables pour évaluer l'impact de la pathologie sur les voies respiratoires, ils ont été critiqués pour leur faible sensibilité et leur faible valeur prédictive positive. Indépendamment des problèmes de sensibilité, l'examen des voies respiratoires permettra d'identifier les problèmes anatomiques manifestes, qu'il est préférable de traiter par une gestion des voies respiratoires éveillées.[11]

L'évaluation des voies respiratoires chez les patients présentant une pathologie ORL et du cou, nécessite des considérations et des méthodes particulières. A l'examen clinique, une pathologie obstructive des voies respiratoires mérite une évaluation supplémentaire. Les pathologies obstructives connues ou suspectées des voies respiratoires au niveau ou au-dessus de la glotte peuvent être évaluées par endoscopie nasale préopératoire. Une pathologie sous-glottique connue ou suspectée nécessite un examen d'imagerie telle que la tomodensitométrie ou l'IRM.[56]

Le syndrome d'apnée obstructive du sommeil (SAOS)

Est un trouble du sommeil courant et sous diagnostiqué. Le sexe masculin, l'âge avancé, l'obésité, la consommation d'alcool et les anomalies cranio-faciales sont considérés comme des facteurs prédisposants.

Le diagnostic définitif est posé par polysomnographie. La sévérité du trouble est déterminée par stratification utilisant l'indice d'apnée-hypopnée. Parmi tous les outils de dépistage, le questionnaire STOP-BANG est l'outil le plus validé et le plus largement accepté pour le dépistage préopératoire chez les patients chirurgicaux.

L'évaluation des risques pour les patients à risque d'AOS doit se concentrer sur les facteurs entravant la prise en charge des voies respiratoires, l'impact de l'intervention chirurgicale sur la prise en charge des voies respiratoires, et la disponibilité d'une prise en charge post opératoire des voies respiratoires. [21,72]

La polyarthrite rhumatoïde

Elle se caractérise par une inflammation destructrice des articulations, affectant principalement les petites articulations. L'atteinte de l'articulation temporomandibulaire et/ou les articulations crico-aryténoïdiennes et la colonne cervicale peuvent imposer des impacts importants sur la gestion des voies respiratoires. Chez les patients atteints de polyarthrite rhumatoïde, l'articulation atlanto-axiale peut être affectée avec une atténuation du ligament transverse et une érosion de l'apophyse odontoïde.

Bien que des signes radiographiques d'une luxation atlanto-axiale soient présents chez jusqu'à 40 % des patients atteints de polyarthrite rhumatoïde, les syndromes cliniques sont rares.

En cas de subluxation atlanto-axiale, les mouvements du cou doivent être minimes pendant la gestion des voies respiratoires. [73]

Les patients atteints de polyarthrite rhumatoïde crico-aryténoïde peuvent présenter une dyspnée et une dysphonie, entraînant le passage difficile d'une sonde trachéale en raison d'un œdème tissulaire local ou d'une raideur de l'articulation crico-aryténoïdienne. L'insertion forcée d'une sonde trachéale peut provoquer une luxation du cartilage aryténoïde et de l'articulation crico-aryténoïde. La fibroscopie nasale est importante pour vérifier l'état des voies respiratoires. Lorsque l'articulation temporo-mandibulaire est impliquée, une ouverture réduite de la bouche limite la possibilité de réaliser une laryngoscopie directe ou indirecte.

La spondylarthrite ankylosante

C'est une arthrite inflammatoire chronique douloureuse affectant la colonne vertébrale et les articulations sacro-iliaques qui peut évoluer jusqu'à provoquer une fusion de la colonne vertébrale. L'âge maximum d'apparition est de 20 à 30 ans. Elle est plus répandue chez les hommes. L'impact de la spondylarthrite ankylosante sur la gestion des voies respiratoires est principalement dû à la restriction de l'amplitude des mouvements de la colonne cervicale. De plus, une ouverture buccale restreinte peut être observée chez 10% des patients. Le diagnostic de spondylarthrite ankylosante repose sur l'examen clinique et les études radiologiques. Cependant, l'évaluation des voies respiratoires fournit souvent des informations adéquates pour développer une stratégie de gestion des voies respiratoires.[74]

Les comorbidités pulmonaires

Elles sont fréquentes chez les candidats à une chirurgie ORL et cervico-faciale, l'optimisation préopératoire de la maladie pulmonaire chronique obstructive via le traitement d'une complication aiguë (infection) et la mise en route d'un traitement de fond approprié (bronchodilatateurs et de corticoïdes) est cruciale pour prévenir les complications pulmonaires postopératoires. De plus, les patients atteints de BPCO peuvent ne pas tolérer les techniques de ventilation peropératoire telles que la ventilation spontanée, la ventilation unipulmonaire, la ventilation apnéique intermittente ou la jet-ventilation. [75]

L'Insuffisance rénale chronique et l'hyperparathyroïdie secondaire

Elles sont associées à des calcifications dystrophiques au niveau des tissus mous du cou, au niveau de la trachée, et des cartilages laryngés (cartilage thyroïde, cricoïde, anneaux trachéaux), Parfois jusqu'aux muscles pharyngés et aux tissus péri-laryngés.

Ayant pour impact clinique, la diminution de la souplesse des structures cervicales, la difficulté de mobilisation du larynx et de la trachée lors de la laryngoscopie, ainsi qu'une rigidité accrue compliquant la ventilation au masque facial et l'intubation trachéale.

Le diabète

Le diabète, en particulier ancien ou mal contrôlé, est un facteur indépendant de risque d'intubation difficile, par ses effets sur la mobilité articulaire, la structure des tissus mous et la fonction des voies aériennes supérieures.

Une évaluation rigoureuse, l'anticipation des difficultés et l'utilisation systématique d'outils modernes d'intubation sont essentielles pour garantir la sécurité anesthésique de ces patients, notamment dans le contexte complexe de la chirurgie ORL et cervico-faciale.[76]

Les maladies cardiovasculaires

Une hypertension non contrôlée ou une maladie coronarienne, doivent être évalués pour leur risque cardiaque avant une chirurgie non cardiaque et, si nécessaire, doivent être référés à des cardiologues. Les tests d'effort peuvent être une aide utile à la prise de décision, en particulier lorsqu'une intervention chirurgicale étendue ou complexe est réalisée. Une insuffisance cardiaque mal contrôlée (New York Heart Association Grade 3-4) est associée à un mauvais pronostic. De plus, l'hypertension ou l'hypotension peropératoire doivent être gérées de manière efficace. [77]

3.3.2.2 Examen clinique des voies respiratoires

La première priorité dans l'évaluation anatomique des voies respiratoires est de déterminer si les voies respiratoires sont compromises ou pas[78]. Après Les anomalies anatomiques liées au visage, à la bouche, au nez, au pharynx ou au larynx doivent faire l'objet d'une enquête approfondie. La dysphonie, la dysphagie, l'orthopnée, le stridor, la toux et l'apparition récente de ronflements peuvent indiquer une atteinte des voies respiratoires. Les patients atteints de paralysie des cordes vocales peuvent présenter un risque accru d'inhalation périopératoire. Une radiothérapie antérieure pour une pathologie ORL et ou cervico-faciale[79], induit une fibrose tissulaire ainsi qu'un œdème glotto-épiglottique, conduisant à des voies respiratoires non conformes, avec une ouverture buccale limitée et des mouvements du cou restreints [80], ce qui peut rendre la ventilation au masque et la laryngoscopie potentiellement difficiles [81].

Des outils d'évaluation de routine des voies respiratoires peuvent être utilisés, tels que l'outil d'évaluation des voies respiratoires de l'American Society of Anesthesiologists (ASA), qui comprend la classification de Mallampati, la distance thyromentale, la distance inter-incisives, la mobilité du cou et l'indice de masse corporelle (IMC), etc[82,83].

3.3.2.3 L'examen conventionnel des voies respiratoires

Consiste en une évaluation globale externe des structures faciales par une série de test. L'objectif des tests interactifs est d'effectuer des mesures, afin de définir la disponibilité de l'espace, et la faisabilité du placement d'instruments pour la gestion des voies respiratoires [84].

L'ouverture de la bouche : est l'une des informations les plus pertinentes pour le choix de la technique d'intubation ainsi que l'outil le plus adapté pour la gestion des voies respiratoires. Techniquement c'est la mesure de la distance interincisive (**Figure 3.4**) maximale avec ouverture complète de la bouche. Cette distance doit être mesurée en centimètres, mais en pratique, elle est évaluée par la largeur du ou des doigts de l'examineur [85].

La classification de Mallampati : Initialement proposée en 1985, elle est déterminée par l'observation de l'anatomie de la cavité orale, initialement ce système à trois scores était utilisé pour évaluer le volume de la cavité buccale et de l'oropharynx, par la capacité à visualiser la luette et les loges amygdaliennes et le palais membraneux.

Elle a été modifiée en 1987 en une classification à quatre grades, en ajoutant la visualisation du palais osseux uniquement comme la classe la plus élevée.

Lors de la détermination de la classe de Mallampati (**Figure 3.4**), le patient doit être en position verticale face à l'examineur avec une ouverture buccale maximale et une langue en saillie [86]

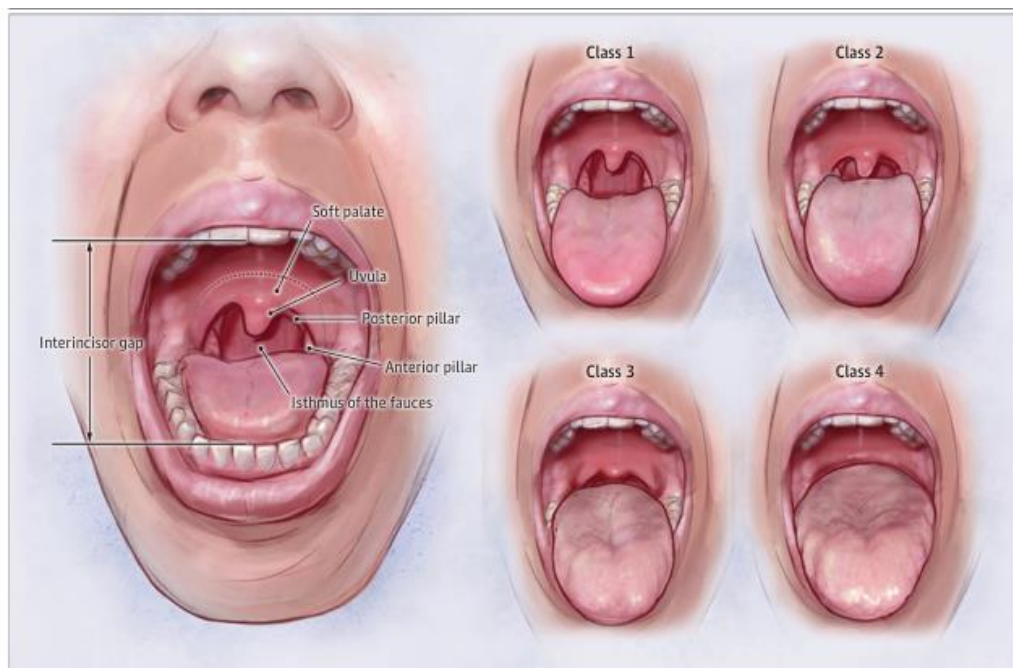


Figure 3.4 : Distance inter incisives et score de Mallampati modifiée [86]

La distance thyromentale (TMD) : Est utilisée pour estimer la taille du plancher mandibulaire. La mesure consiste à estimer l'espace mandibulaire pour le déplacement de la langue lors d'une laryngoscopie directe. Lors de la mesure, il est demandé au patient de fermer la bouche et de tendre complètement le cou afin de lire la distance maximale entre le menton et le haut de l'encoche thyroïdienne (**Figure 3.6**). En pratique, la plupart des médecins mesurent la distance

en utilisant la largeur du doigt. Avec différentes tailles de doigts des examinateurs, la précision des mesures documentées est souvent discutable [87].

La distance sternomentale (SMD) : Mesure la distance entre le menton et le bord supérieur du sternum. Lors de la mesure, il est demandé au patient de garder la bouche fermée et tendre complètement le cou (**Figure 3.6**).

L'objectif principal de cette mesure est d'examiner la capacité d'extension du cou, et l'évaluation de l'amplitude des mouvements du cou. En pratique, la mesure de la distance sternomentale est moins réalisée que l'évaluation de l'amplitude des mouvements du cou [87].



Figure 3.5 : Test de morsure de la lèvre supérieure [88]

Le test de protrusion mandibulaire : Est utilisé pour évaluer la fonctionnalité de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM).

Il est utilisé pour estimer la facilité de soulever antérieurement la mandibule lors de la laryngoscopie. En pratique, le patient est invité à placer les dents inférieures devant les dents supérieures, ou de mordre la lèvre supérieure (**Figure 3.5**) aussi haut que possible. L'incapacité à le faire indique une diminution de la fonctionnalité de l'ATM.

Une mauvaise mobilité de la mandibule suggère une difficulté à la laryngoscopie directe.

L'amplitude des mouvements du cou : L'évaluation de la flexion du cou, se fait par l'observation de la capacité du menton à toucher la poitrine, et l'appréciation de l'extension du cou, se fait en mesurant l'angle entre la mâchoire et une surface horizontale (**Figure 3.6**).

La circonférence cervicale : La mesure de la circonférence cervicale constitue un élément prédictif pertinent dans l'évaluation des voies respiratoires difficiles. Une circonférence supérieure à **40 cm**, notamment chez les patients obèses, est corrélée à une visualisation glottique difficile et à une incidence accrue d'échec d'intubation à la première tentative. Cette mesure doit être effectuée à hauteur du cartilage thyroïde, en position neutre, à l'aide d'un ruban métrique souple. Elle s'intègre dans les scores prédictifs combinés (Wilson, El Ganzouri, etc.)

et participe à la détection des patients à haut risque, en particulier lorsque la mobilité cervicale ou la distance thyromentale sont également altérées[87].

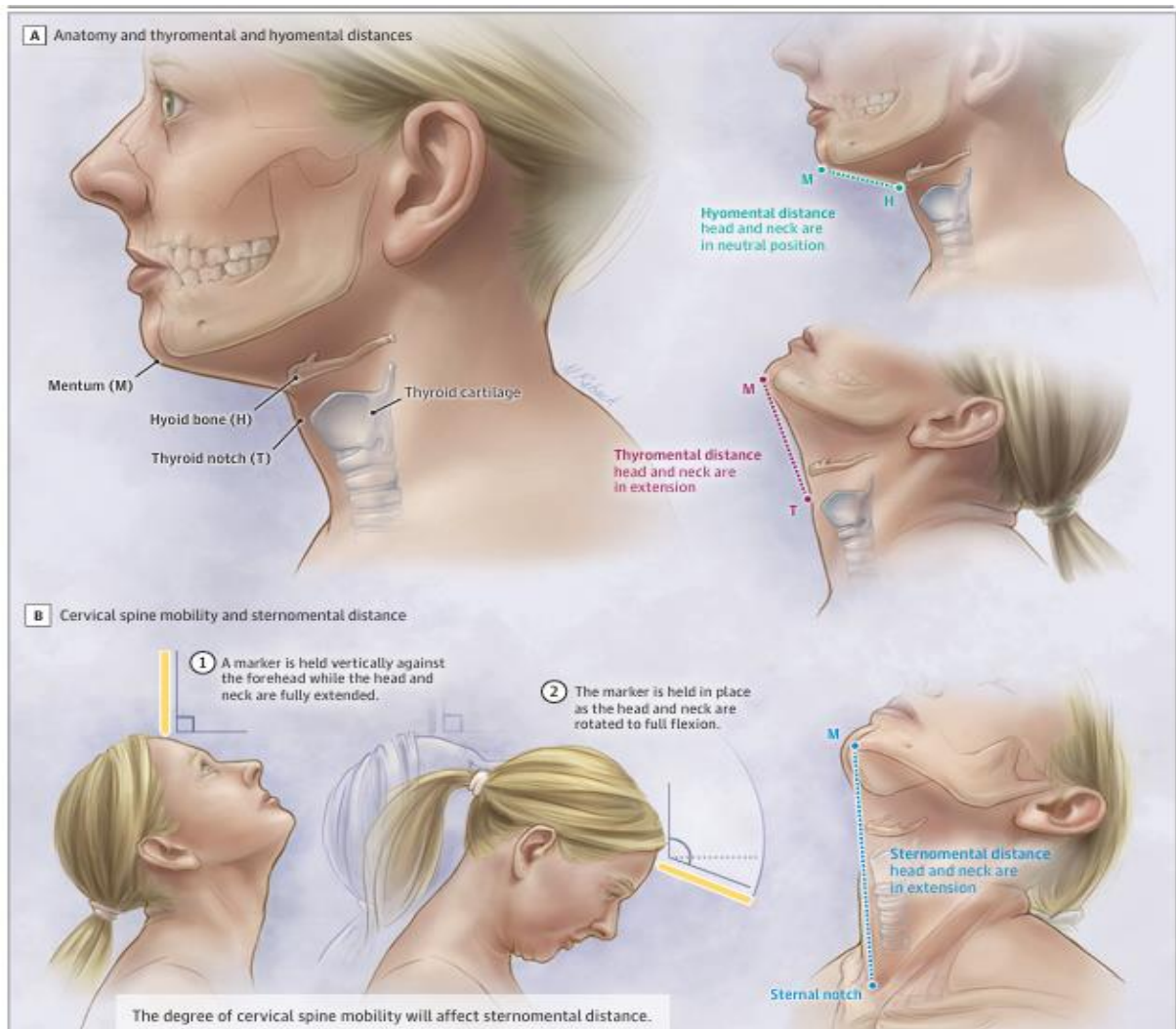


Figure 3.6 : Distance thyromentale, distance sternomentale, distance hyomentale, et degré de mobilité du rachis cervical [88]

Évaluation de la membrane cricothyroïdienne : Une leçon importante tirée de l'étude NAP4 était le retard et le taux d'échec élevé des anesthésistes pour l'établissement d'une voie aérienne d'urgence de la face antérieure du cou (FONA).

Réticence et inexpérience dans la performance sont des problèmes universels dans la pratique de l'anesthésie. Cependant, l'évaluation de la membrane cricothyroïdienne n'est pas traditionnellement incluse dans l'évaluation respiratoire de routine. Les expériences cliniques et les études ont montré que l'incapacité d'identifier la membrane cricothyroïdienne par palpation est un problème courant. En pratique, même si cela devrait être une dernière mesure, l'accès par voie antérieure du cou, doit être considéré comme une routine dans la gestion des voies respiratoires, et donc, l'évaluation de l'accès par voie antérieure du cou doit être une pratique courante [89].

3.3.2.3.1 Particularités de l'évaluation clinique en pathologie ORL et cervico-faciale

En chirurgie ORL et cervico-faciale, tout signe évocateur d'obstruction, de limitation articulaire, ou de masse compressive doit amener à adapter la stratégie d'intubation, voire à planifier une approche éveillée ou chirurgicale. L'anticipation par un examen clinique approfondi reste la clé pour sécuriser l'induction anesthésique [11,71].

L'examen clinique préopératoire des patients en chirurgie ORL et cervico-facial doit être rigoureux, méthodique et orienté vers l'identification des facteurs de difficulté d'intubation et de ventilation. Dans ce type de chirurgie, les atteintes peuvent être multiples : tissulaires, articulaires, tumorales, infectieuses ou post-radiques [79].

Points importants de l'examen clinique :

- Évaluation faciale : asymétrie, trismus, masses, œdème, cicatrices post-chirurgicales [90].
- Observation cervicale : Présence de tumeurs, abcès, goitre, déviation trachéale.
- Recherche de signes de fibrose post-radique (induration cutanée, limitation de la mobilité du cou).
- Positionnement spontané du patient : Orthopnée, position demi-assise
- Stridor a l'inspiration (obstruction supraglottique ou glottique), et a l'expiration (obstruction infraglottique ou trachéale).
- Dysphonie : Signe d'atteinte des cordes vocales (paralysie, infiltration tumorale).
- Dyspnée de décubitus : Suggère une obstruction dynamique sévère

3.3.2.3.2 Les scores de prédiction de l'intubation difficile

La prédiction de l'intubation difficile est un objectif fondamental de l'évaluation préanesthésique. Aucun score isolé ne permet de prédire de manière absolue une intubation difficile. Plusieurs outils composites ont été développés pour améliorer la sensibilité et la spécificité de cette prédiction. Parmi eux, les scores d'Arné, de Wilson, et d'El-Ganzouri sont les plus documentés et validés dans la littérature anesthésique internationale.

Dans le contexte de la chirurgie ORL et cervico-faciale, le score d'Arné et l'EGRI sont les plus adaptés grâce à leur prise en compte des facteurs anatomiques internes et des antécédents spécifiques. La meilleure stratégie reste l'utilisation combinée d'une évaluation clinique rigoureuse et d'un score validé, associée à une anticipation des alternatives d'intubation.

Score d'Arné

- Historique et développement

Le score d'Arné a été proposé en 1998 par Arné et collaborateurs, en réponse à la nécessité de combiner plusieurs facteurs anatomiques, fonctionnels et historiques en un seul outil prédictif.

- Composantes du score

Il repose sur 7 critères : Limitation de la mobilité cervicale, distance thyromentale raccourcie, ouverture buccale réduite, protrusion mandibulaire altérée, présence de dents saillantes ou absentes, antécédents d'intubation difficile, présence d'une pathologie ORL ou cervico-faciale. Chaque paramètre est pondéré. Un score ≥ 11 indique un risque élevé d'intubation difficile.

- Performances et limites

Sensibilité de 75-80 %, et Spécificité : 70-85 %, Bonne reproductibilité inter-examineur.

Limite : sous-estime parfois les difficultés en cas de lésions internes non accessibles à l'examen clinique (base de langue, glotte).

Utilisation : très adapté en pathologie ORL et en chirurgie cervico-faciale [11,91].

Score de Wilson

- Historique et développement

Le score de Wilson est plus ancien, développé en 1988, basé sur l'observation que plusieurs paramètres physiques simples étaient associés à une difficulté d'intubation.

- Composantes du score

Le score évalue 5 paramètres : Morphologie du cou, mobilité cervicale, protrusion mandibulaire, distance thyromentale, poids corporel (obésité).

Chaque item est noté de 0 à 2 selon la sévérité. Le score total guide la stratification du risque.

- Performances et limites

Sensibilité de 65-75 %, spécificité variable selon les études (60-85 %), Simple et rapide.

Limite : moins précis lorsqu'il est utilisé seul, il nécessite souvent d'être complété par d'autres outils.

Utilisation : utile en chirurgie générale et en évaluation rapide [92].

El-Ganzouri Risk Index (EGRI)

- Historique et développement

Développé en 1996 par El-Ganzouri et collaborateurs, l'EGRI propose une approche multivariée fondée sur 7 critères pondérés.

– Composantes du score : Score de Mallampati, ouverture buccale, distance thyromentale, Mobilité cervicale, présence de retrognathisme, poids corporel, antécédents d'intubation difficile.

Chaque facteur est pondéré pour produire un score cumulatif. Un score ≥ 4 est associé à une augmentation significative du risque d'intubation difficile.

- Performances et limites

Sensibilité de 80-90 %, spécificité variable entre 70 et 85 %, très bon rapport prédictif positif et négatif.

Limite : légèrement plus complexe à calculer dans une évaluation rapide.

Utilisation : recommandé dans les contextes complexes ou en chirurgie spécialisée [93,94].

3.3.2.3.3 Apport de l'imagerie dans l'évaluation du risque d'intubation difficile

L'évaluation préopératoire du risque d'intubation difficile repose traditionnellement sur l'examen clinique. Cependant, dans le contexte des pathologies ORL et cervico-faciales, l'imagerie s'impose comme un complément essentiel, permettant une analyse fine des

anomalies anatomiques, des déformations, et des risques d'obstruction dynamique des voies aériennes. Les modalités les plus couramment utilisées sont le scanner cervicothoracique, la fibroscopie nasale préopératoire et l'échographie cervicale. Chacune de ces techniques apporte des informations uniques, guidant le choix de la stratégie d'intubation et améliorant la sécurité anesthésique [95].

Le scanner cervical et cervicothoracique est de loin l'outil d'imagerie le plus contributif en cas de suspicion de compression ou de déviation des voies aériennes. Il permet de visualiser précisément la filière aéro-digestive, de mesurer les diamètres trachéaux, et d'identifier des anomalies telles que des compressions, des sténoses, ou des déviations importantes. Des travaux comme ceux de McCaffrey et al. ont montré qu'une réduction du diamètre trachéal à moins de 8 mm est fortement associée à une intubation difficile. De même, une déviation de l'axe trachéal supérieure à 10 mm constitue un facteur indépendant de difficulté [6]. Les recommandations de la Difficult Airway Society (DAS) publiées en 2015 soulignent l'importance de recourir au scanner en cas de signes cliniques évoquant une obstruction des voies respiratoires supérieures, afin d'anticiper et planifier une stratégie sécurisée d'abord des voies aériennes [96].

La fibroscopie nasale préopératoire représente une autre modalité incontournable, notamment lorsqu'il existe des symptômes d'obstruction dynamique, tels que la dysphonie, le stridor ou une dyspnée inspiratoire. Contrairement au scanner qui fournit une image statique, la fibroscopie permet une évaluation dynamique des structures du pharynx et du larynx. Elle est particulièrement précieuse pour détecter des sténoses glottiques ou supraglottiques, des tumeurs obstructives, ou des phénomènes de collapsus dynamique, autant d'éléments susceptibles de compromettre une ventilation manuelle ou une intubation conventionnelle. Selon les données d'Aziz et al. [59], la présence d'une sténose glottique significative en fibroscopie est associée à un taux d'échec d'intubation conventionnelle supérieur à 25 %. Les guidelines 2022 de l'American Society of Anesthesiologists (ASA) [1] recommandent explicitement l'utilisation systématique d'une endoscopie nasale préopératoire chez tout patient présentant une pathologie ORL à risque d'obstruction, afin de mieux stratifier la difficulté prévue et de guider la décision entre l'intubation vigile, la vidéolaryngoscopie ou la trachéotomie programmée [97,98].

L'échographie cervicale, bien que plus récente dans l'arsenal de l'évaluation préanesthésique, joue un rôle croissant, particulièrement dans la reconnaissance dynamique de l'anatomie cervicale. Elle permet de localiser avec précision la trachée, de détecter des compressions extrinsèques, et d'évaluer la mobilité trachéale. En situation de masse cervicale, notamment les goitres compressifs ou les carcinomes thyroïdiens envahissants, l'échographie complète efficacement l'analyse scannographique en fournissant une vision en temps réel de la dynamique respiratoire. Kristensen et al. [24] ont démontré que l'utilisation de l'échographie cervicale permet d'améliorer de manière significative la précision du repérage trachéal, en particulier chez les patients obèses ou ayant une anatomie déformée [82]. L'European Society of Anaesthesiology (ESA) a d'ailleurs intégré depuis 2020 l'échographie cervicale comme recommandation de bonne pratique pour la planification de l'abord des voies aériennes difficiles, en particulier dans le contexte de chirurgie cervico-faciale [99].

3.3.3 Identification des difficultés physiologiques de gestion des voies respiratoires

L'évaluation préopératoire des problèmes physiologiques constitue une étape essentielle et incontournable dans la planification sécurisée de la gestion des voies respiratoires difficiles. Un anesthésiste averti ne se limite pas à l'analyse anatomique ou contextuelle, mais intègre de manière systématique la physiologie sous-jacente du patient dans son algorithme décisionnel [1,17,75].

La reconnaissance précoce de certains déséquilibres physiopathologiques permet d'adapter la stratégie anesthésique afin de réduire le risque de complications graves, d'optimiser la sécurité de l'induction anesthésique, et d'améliorer les chances de succès dès la première tentative.

Certaines altérations physiologiques sont susceptibles de modifier considérablement le risque et nécessitent des adaptations immédiates de la stratégie.

3.3.3.1 Facteurs physiologiques influençant la gestion des voies respiratoires

Estomac plein

La présence d'un estomac plein majore le risque de régurgitation du contenu gastrique, exposant le patient à l'inhalation bronchique, responsable de pneumopathies d'inhalation sévères. La population obstétricale, les urgences chirurgicales, les patients en iléus sont particulièrement à risque.

Conséquences pratiques : Nécessité d'une induction à séquence rapide, et préparation systématique du matériel d'aspiration gastrique.

Intolérance à l'apnée

Certains patients présentent une désaturation extrêmement rapide dès l'apparition de l'apnée, en raison d'une capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) diminuée (patients obèses, femmes enceintes), ou d'une consommation d'oxygène augmentée (état septique, hypermétabolisme fébrile).

Conséquences pratiques :

- Importance majeure de la pré-oxygénation prolongée (3 à 5 minutes avec FiO₂ 100 %),
- Utilisation préférentielle de dispositifs permettant la ventilation continue (SAD, oxygénation d'apnée via canule nasale haut débit).
- L'échec de préparation expose à une désaturation brutale et à un risque d'arrêt cardiaque hypoxique.

Ventilation minute élevée

Dans certaines situations cliniques (acidose métabolique décompensée, état septique sévère), la ventilation minute spontanée est très élevée pour maintenir un pH compatible avec la survie.

Conséquences pratiques :

- Toute interruption de ventilation, même brève, peut précipiter un effondrement métabolique.
- L'induction anesthésique doit donc être abordée avec des dispositifs permettant une ventilation efficace immédiate.
- L'intubation sous ventilation spontanée peut être préférable.

Instabilité hémodynamique

Les états de choc exposent à un risque d'effondrement hémodynamique majeur à l'induction, et une sensibilité extrême aux agents anesthésiques.

Conséquences pratiques :

- Choix de drogues adaptées (agents d'induction à faible impact cardiovasculaire : kétamine, étomidate),
- Préparation préalable de vasopresseurs (noradrénaline, phényléphrine),
- Surveillance hémodynamique invasive anticipée si possible.

3.3.3.2 Impact sur la stratégie de gestion des voies respiratoires

Face à ces déséquilibres physiopathologiques, l'approche classique peut nécessiter des adaptations majeures :

Modification du plan initial

Privilégier l'intubation éveillée sous sédation légère en ventilation spontanée chez les patients intolérants à l'apnée ou instables hémodynamiquement, et éviter les anesthésies générales classiques à induction rapide lorsque le risque de désaturation ou de collapsus est élevé.

Adaptations techniques spécifiques

Optimisation maximale de l'oxygénation : position assise, pré-oxygénation prolongée, oxygénation d'apnée

Vigilance renforcée

- Surveillance rapprochée de la saturation, de l'état hémodynamique et des échanges gazeux,
- Préparation proactive de dispositifs alternatifs et du matériel de cricothyroïdectomie en cas de détérioration brutale.

3.3.4 Identification et gestion des enjeux contextuels dans la prise en charge des voies respiratoires difficiles

La réussite de la gestion des voies respiratoires difficiles ne repose pas uniquement sur la reconnaissance anatomique et physiologique des obstacles, le facteur contextuel, incluant l'environnement, l'équipe, le matériel et l'expérience de l'opérateur, constitue un déterminant majeur du succès ou de l'échec [100].

Les recommandations modernes insistent sur l'importance de dépasser l'analyse anatomique pour intégrer une évaluation complète de la situation, visant à anticiper les imprévus, optimiser les ressources disponibles et réduire l'incidence des erreurs humaines [1,4,17]

Un opérateur bien formé techniquement mais isolé, mal équipé ou mal préparé court un risque d'échec aussi élevé qu'un opérateur moins expérimenté. Ainsi la gestion moderne des voies respiratoires difficiles repose sur l'intégration des facteurs contextuels : compétence, aide disponible, environnement et anticipation matérielle.

Les experts internationaux s'accordent à dire que la réussite est collective, adaptative et contextuelle (Cook TM, Frerk C, Apfelbaum JL, Marshall SD, Chrimes NC, 2015–2022).

3.3.4.1 Compétence technique et expérience de l'opérateur

Dans la gestion des voies respiratoires difficiles, la compétence technique individuelle et l'expérience accumulée de l'opérateur sont des facteurs critiques pour assurer la sécurité du patient. Au-delà des outils et des stratégies, c'est souvent le savoir-faire au lit du patient qui fait la différence entre succès rapide et échec catastrophique [4,17].

Un opérateur expérimenté possède la capacité de choisir la meilleure stratégie initiale en fonction de l'évaluation anatomique, physiologique et contextuelle. Il a l'habileté de sélectionner rapidement l'outil le plus pertinent : vidéolaryngoscope, fibroscope souple, dispositif supraglottique de deuxième génération, ou accès chirurgical immédiat si nécessaire.

Selon Frerk C et al. (2015) [4], la sélection correcte du plan d'intubation initial est associée à une réduction majeure des complications, notamment dans les patients ORL présentant des masses obstructives ou des déformations cervicales. En revanche, un opérateur moins expérimenté tend à persister avec une technique inefficace ou inadaptée, retardant la transition vers une solution de secours [37].

L'opérateur expérimenté développe la capacité d'adaptation en cas d'échec, la gestion des voies aériennes difficiles n'est pas linéaire. Elle nécessite un diagnostic rapide de l'échec (ex : impossibilité de visualiser la glotte, échec de passage du tube), qui impose une transition immédiate vers une stratégie alternative planifiée (plan B, C, D). Cook TM et al. [17] ont montré que la persistance excessive sur une technique inefficace "fixation cognitive" était impliquée dans près de 30 % des événements critiques rapportés dans l'étude NAP4 [16].

Selon Heidegger T [6], la compétence technique seule ne suffit pas, c'est la résilience cognitive, acquise par l'expérience clinique répétée et l'entraînement à la simulation [101], qui permet aux experts de maintenir une capacité de décision efficace sous stress extrême.

Les anesthésistes expérimentés font preuve d'une meilleure priorisation des tâches (ex : priorité absolue à l'oxygénation avant toute tentative d'intubation), par l'utilisation des protocoles simplifiés comme l'approche Vortex (**Figure 3.7**) pour réduire la charge cognitive, conservant ainsi un contrôle émotionnel leur permettant de guider efficacement l'équipe [65].

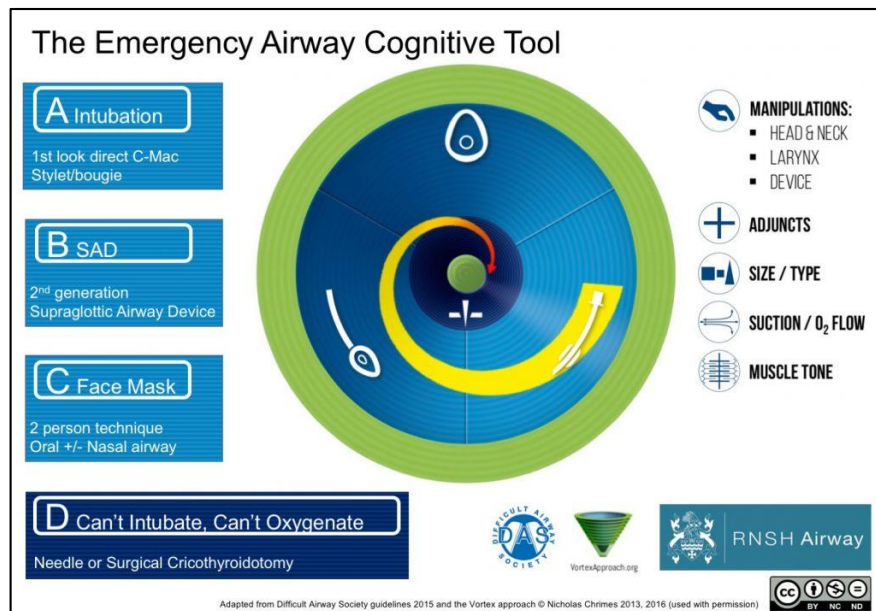


Figure 3.7 : "Outil cognitif de gestion des voies aériennes en urgence : Approche Vortex[102]

Le 4th Audit National sur les complications majeures de la gestion des voies respiratoires au Royaume-Uni (NAP4) a constitué une source majeure d'enseignements [16].

Selon ce rapport plus de 40 % des événements critiques dans la gestion des voies respiratoires difficiles étaient directement imputables à :

- Un opérateur insuffisamment expérimenté,
- Une mauvaise anticipation des difficultés,
- Une mauvaise communication entre opérateurs.

Dans plusieurs cas, l'intubation a été tentée par un personnel junior en présence d'un opérateur senior qui aurait dû intervenir en première intention [17,39].

La Difficult Airway Society [4] recommande explicitement que :

- Tout patient évalué à risque élevé d'intubation difficile soit intubé initialement par l'opérateur le plus expérimenté disponible,
- L'apprentissage de l'intubation difficile sur des cas complexes doit être évité chez les apprenants en situation réelle.

De même, les guidelines ASA 2022 [1] insistent sur l'importance :

- De la planification collective,
- De la désignation claire de l'opérateur principal avant toute tentative.

Le principe fondamental est que la première tentative doit être la meilleure tentative possible, car chaque échec augmente exponentiellement les risques d'hypoxie, de traumatisme laryngé et de cricothyroïdectomie d'urgence

3.3.4.2 Disponibilité de l'aide expérimentée et travail d'équipe

La gestion des voies respiratoires difficiles n'est plus considérée aujourd'hui comme un acte isolé purement technique, mais comme une dynamique d'équipe complexe, où la coordination, la communication et la distribution des rôles conditionnent l'issue [103].

Dans un environnement critique, l'isolement de l'anesthésiste a été identifié comme un facteur majeur de survenue d'événements indésirables graves, confirmé par de multiples audits et par la simulation en santé [103].

Travailler seul en situation de voie aérienne difficile expose à plusieurs dangers :

- Allongement du temps de décision, par absence de feedback externe,
- Multiplication des tentatives inefficaces avant de reconnaître l'échec,
- Retard de mise en œuvre des plans de secours.
- Majoration du stress psychologique, diminuant la capacité cognitive et la priorisation des actions.

Le NAP4 [16] a clairement montré que l'absence d'aide immédiate au moment critique était associée à une augmentation du taux de mortalité et de morbidité sévère dans les échecs d'intubation et de ventilation.

Un travail d'équipe organisé permet :

- Une anticipation partagée : toute l'équipe connaît les stratégies successives (plan A, B, C, D), leurs indications et seuils de déclenchement (**Figure 3.7**)
- Une exécution rapide : chaque membre connaît sa tâche spécifique à accomplir sans qu'il soit nécessaire de donner des instructions détaillées sous stress,
- Un partage clair des rôles : qui intube, qui prépare les dispositifs alternatifs, qui gère l'aspiration, qui prépare la cricothyroïdotomie [16].

Chrimes et al, insiste dans l'approche Vortex [35] sur la nécessité absolue de verbaliser les étapes franchies (« Échec de plan A, passage à plan B »), et de mobiliser immédiatement l'équipe vers la stratégie suivante sans retard émotionnel ni déni, d'où l'importance de la communication efficace

Les études de simulation haute-fidélité ont montré que la qualité de la communication intra-équipe influence plus fortement l'issue que le niveau technique isolé, et que les échecs d'intubation critiques sont plus souvent liés à des défauts de communication ou de coordination qu'à une incompétence pure.

Une communication efficace repose sur des ordres clairs, directs et sans ambiguïté « Prépare le GlideScope® pendant que je ventile », des feedbacks immédiats « La glotte n'est pas visible, on passe au plan B maintenant »,

L'absence de hiérarchie paralysante : toute l'équipe doit se sentir autorisée à exprimer une alerte critique (concept du Speak Up en sécurité aérienne transposé en anesthésie) [104].

La disponibilité de l'aide expérimentée est un standard de sécurité dans les recommandations modernes, l'anticipation et la mobilisation préalable d'une aide expérimentée est considérée comme obligatoire lors de la prise en charge d'un patient à risque élevé de difficulté [1,4].

La gestion réussie des voies respiratoires difficiles dépend autant de la qualité technique individuelle que de la dynamique collective de l'équipe. La disponibilité d'une aide expérimentée, une communication structurée et une coordination fluide sont des piliers de la sécurité anesthésique moderne. L'isolement est un échec du système, pas un échec de l'individu [100]. Les experts s'accordent à dire que la réussir une intubation difficile, c'est avant tout réussir une organisation collective.

3.3.4.3 Impact de l'environnement sur la gestion des voies respiratoires difficiles

La qualité de la gestion des voies respiratoires difficiles ne dépend pas uniquement des compétences humaines ou de la stratégie choisie. Un environnement inadapté ou mal anticipé peut transformer une situation maîtrisable en échec critique. À l'inverse, un environnement optimisé peut compenser partiellement certaines difficultés techniques ou humaines [103]. L'environnement est un facteur aussi crucial que la compétence humaine dans la gestion des voies respiratoires difficiles. Un environnement préparé et optimisé réduit les délais de réaction, augmente les taux de succès aux premières tentatives et améliore la survie des patients. À l'inverse, un environnement hostile ou désorganisé multiplie par trois le risque d'échec d'intubation et d'hypoxie sévère [105].

La préparation environnementale est une compétence anesthésique à part entière, et doit être enseignée aussi rigoureusement que la technique d'intubation elle-même.

On prend comme exemple le bloc opératoire d'ORL et chirurgie cervico-faciale vs un service d'urgence ou en préhospitalier :

Dans un bloc opératoire spécialisé :

- Les équipes sont généralement mieux entraînées à la reconnaissance précoce des risques,
- Le matériel spécialisé est immédiatement disponible (vidéolaryngoscopes, dispositifs supraglottiques avancés, fibroscopes flexibles),
- Les procédures d'accès chirurgical d'urgence (cricothyroïdotomie, trachéotomie) sont préparées et connues.

À l'inverse, dans un service d'urgence ou en préhospitalier :

- L'accès aux dispositifs spécialisés est souvent limité,
- Le personnel est moins entraîné à la prise en charge des voies aériennes difficiles spécifiques,
- L'environnement est parfois contraignant (manque d'espace, éclairage insuffisant).

Une revue de littérature a démontré que la simple disponibilité immédiate d'un vidéolaryngoscope dans un service d'urgence augmentait de 30 % le taux de succès de l'intubation au premier passage par rapport à la laryngoscopie directe classique. La disponibilité

du matériel adapté, en état de fonctionnement, est un facteur déterminant du succès lors d'une gestion difficile. L'absence ou la défaillance d'un de ces équipements clés est associée à une augmentation significative de la morbidité [106]. Selon le rapport NAP4, dans près de 28 % des échecs d'intubation critique, le matériel nécessaire n'était pas disponible ou n'avait pas été préparé à l'avance.

La "checklist de disponibilité" fait désormais partie intégrante des algorithmes de gestion des voies aériennes recommandés par la Difficult Airway Society [4] et l'ASA [1].

Un espace fonctionnel adapté doit permettre un accès facile aux dispositifs nécessaires, sans mouvement désordonné, une circulation fluide de l'équipe, sans encombrement matériel ou humain, une possibilité d'intervention rapide en cas de détérioration brutale (passage du SAD à l'accès chirurgical). Un environnement exigu ou mal organisé ralentit la transition entre les étapes de l'algorithme de gestion, l'acheminement rapide du matériel de secours, l'identification rapide de l'échec et la mise en œuvre du plan alternatif. Les recommandations internationales insistent sur l'importance d'anticiper la configuration de la salle avant toute induction anesthésique, surtout en cas de suspicion de difficulté.

Principes d'un environnement optimisé

Selon les experts [16,17] un environnement sécurisé pour la gestion des voies aériennes doit intégrer :

- Prévision des besoins spécifiques : Analyser le dossier préopératoire, Identifier le matériel spécialisé à préparer avant induction.
- Vérification proactive du matériel : Tester la batterie et la caméra des vidéolaryngoscopes, vérifier la présence des SAD de deuxième génération de taille adaptée, tester la fonctionnalité du fibroscope flexible, préparer les kits de cricothyroïdotomie accessibles en immédiat.
- Organisation de l'espace fonctionnel : Positionner les dispositifs de secours en "zone verte" accessible par tous les membres de l'équipe, Éliminer tout obstacle inutile, Préparer un accès dégagé au patient pour une cricothyroïdotomie si nécessaire (position du patient, retrait des draps superflus).

Le principe fondateur est que, dans une situation critique, aucun mouvement superflu, aucun délai inutile ne doivent entraver la progression rapide du plan de gestion [35].

3.3.4.4 Préparation contextuelle et gestion adaptative dans la prise en charge des voies respiratoires difficiles

La gestion moderne des voies respiratoires difficiles repose autant sur la compétence technique que sur la capacité d'adaptation rapide à un environnement dynamique et souvent imprévisible. Dans ce cadre, la préparation contextuelle, c'est-à-dire l'analyse proactive de tous les facteurs matériels, humains et environnementaux avant l'induction, est devenue un pilier fondamental de la sécurité anesthésique [17].

Le concept du "Vortex approach" introduit par Chrimes NC en 2016 a permis de formaliser cette préparation contextuelle autour d'un schéma mental simple, centré sur l'oxygénation comme objectif ultime.

La préparation contextuelle et la gestion adaptative ne sont plus accessoires dans l'anesthésie moderne, elles sont des compétences centrales, aussi vitales que la maîtrise de la technique d'intubation elle-même. L'objectif ultime reste simple et invariable « maintenir la vie par toute voie possible ».

Le "Vortex approach" : révolution dans la préparation mentale et contextuelle

Chrimes NC (2016) a développé une approche cognitive systématique destinée à minimiser la désorganisation mentale en situation critique, et favoriser une itération rapide entre techniques jusqu'à rétablir une ventilation efficace, simplifiant ainsi la prise de décision sous stress.

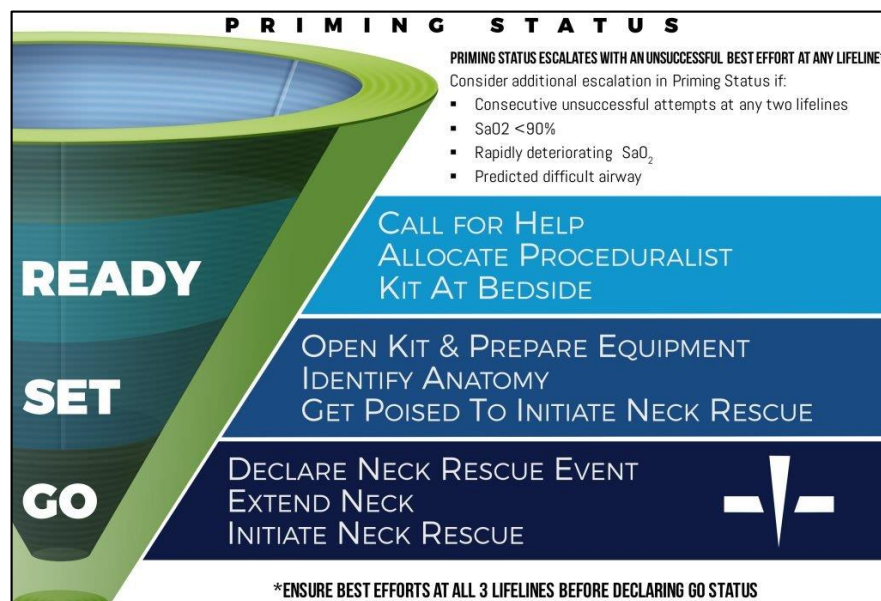


Figure3.8 : Algorithme Vortex READY–SET–GO : Anticipation et Mise en Œuvre de la Cricothyroïdotomie en Situation d'Échec de l'Oxygénation

Les trois principes fondamentaux du Vortex [65]:

- Oxygénation comme priorité absolue : le but n'est pas initialement de réussir l'intubation, mais de maintenir ou de restaurer l'oxygénation, par tous les moyens disponibles.
- Itération rapide entre techniques : Trois voies principales sont explorées successivement, la voie supraglottique (ventilation au masque facial, dispositifs SAD), la voie infraglottique (intubation trachéale), et l'accès chirurgical par cricothyroïdotomie. Chaque échec mène immédiatement au test de la voie suivante, sans persister dans des tentatives répétées infructueuses.

- Reconnaissance précoce de l'échec : L'absence d'oxygénation adéquate après une tentative justifie une transition immédiate vers la stratégie suivante, pas d'acharnement technique sur une voie inefficace, et pas de perte de temps critique.

Gestion adaptative en situation critique : L'essence de la gestion adaptative est de reconnaître rapidement la dégradation, et de modifier immédiatement la stratégie sans attendre l'épuisement complet d'une voie inefficace.

L'approche adaptative repose sur :

- Une discipline stricte : chaque tentative infructueuse doit déclencher un changement (technique différente, opérateur différent, dispositif différent),
- Une priorisation de l'oxygénation sur toute autre considération technique,
- L'acceptation rapide du recours chirurgical en cas d'échec d'oxygénation (Vortex concept : "If you can't oxygenate, cut the neck") (**Figure 3.8**).

L'absence d'adaptation rapide est responsable d'une part importante des décès évitables liés à l'échec d'intubation [39].

3.4 Stratégies d'oxygénation et de gestion physiologique des voies respiratoires difficiles

L'optimisation de l'oxygénation périopératoire est une composante essentielle de la gestion sécurisée des voies respiratoires en anesthésie, particulièrement dans le contexte de l'intubation difficile prévue [107,108].

La connaissance approfondie des mécanismes physiopathologiques, capacité résiduelle fonctionnelle, flux massique aventilatoire, dynamique de l'hypercapnie, permet de personnaliser les stratégies d'oxygénation en fonction du profil physiologique de chaque patient [109,110] .

La préoxygénation, étape fondamentale, doit être adaptée aux facteurs de risque individuels, optimisée par des techniques appropriées (position du patient, pressions positives, surveillance de la FEO₂) [108].

Au-delà des techniques traditionnelles de préoxygénation, l'optimisation de l'oxygénation péri-intubation par des méthodes avancées, telles que l'oxygénation apnéique et l'oxygénothérapie à haut débit (HFNO), représente un enjeu majeur pour réduire le risque d'hypoxémie critique, améliorer la marge de sécurité respiratoire et adapter la stratégie au profil physiologique spécifique de chaque patient.

L'oxygénation apnéique, notamment à l'aide de dispositifs modernes tels que le THRIVE, permet d'allonger le temps de sécurité apnéique et d'améliorer les résultats lors de l'abord difficile des voies aériennes. L'oxygénothérapie nasale à haut débit (HFNO) s'impose aujourd'hui comme une innovation majeure, non seulement pour prolonger l'apnée sécurisée,

mais également pour soutenir efficacement l'oxygénation post-extubation. Son utilisation raisonnée, offre une alternative précieuse pour réduire le risque de désaturation critique.

Enfin, l'extubation du patient présentant une voie aérienne difficile doit être planifiée avec autant de rigueur que l'intubation, en mettant en œuvre des stratégies de prévention adaptées pour limiter la morbidité post-extubation.

Ainsi, l'intégration raisonnée des principes physiologiques et des outils techniques modernes constitue la clé pour améliorer la sécurité respiratoire périopératoire et optimiser la gestion globale des voies aériennes difficiles.

Ce chapitre explore les principes physiologiques d'oxygénation en anesthésie, les différentes méthodes disponibles, ainsi que leur intégration raisonnée dans la gestion planifiée des voies respiratoires difficiles.

3.4.1 Préoxygénation

3.4.1.1 Bases physiologiques de la préoxygénation

La préoxygénation vise à remplacer l'azote contenu dans les poumons par de l'oxygène afin de constituer une réserve maximale utilisable pendant la période d'apnée qui suit l'induction anesthésique. La capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) joue ici un rôle central, elle représente le principal réservoir d'oxygène au moment de l'arrêt de la ventilation spontanée.

Au repos, la consommation d'oxygène est d'environ 250 ml/min, alors que la CRF contient, après préoxygénation efficace, un volume important d'oxygène (environ 2 500 ml chez un adulte sain). Ainsi, le temps disponible avant la désaturation dépend directement de l'efficacité de la préoxygénation, de la CRF, et de l'état physiologique du patient. Cependant, plusieurs facteurs peuvent réduire cette marge de sécurité comme l'obésité, la grossesse, les maladies pulmonaires restrictives...[111,112]

3.4.1.2 Objectifs cliniques de la préoxygénation

L'objectif principal est de prolonger le délai avant l'apparition de la désaturation (hypoxémie sévère) pendant la période d'apnée. La préoxygénation est indispensable en anesthésie générale car elle allonge le temps de sécurité apnéique, et réduit le risque d'hypoxémie rapide, notamment chez les patients vulnérables, aussi compense les défauts de ventilation transitoires lors des tentatives d'intubation difficiles [113].

3.4.1.3 Techniques de préoxygénation

Deux grandes techniques sont utilisées :

La préoxygénation classique : Ventilation spontanée pendant 3 minutes avec FiO₂ 100 % à débit élevé (10-15 L/min). Dont l'objectif est d'obtenir une FEO₂ (fraction expirée d'oxygène) supérieure à 90 %.

La préoxygénation accélérée : Il s'agit de demander au patient de réaliser 4 grandes inspirations profondes en 30 secondes (4 CV), ou 8CV en 60 secondes. Cela permet d'obtenir une dénitrogénéation rapide, utile en cas d'urgence.

L'efficacité de la préoxygénation peut être affectée par des facteurs tels que :

- Défaut d'étanchéité du masque facial,
- Volume minute insuffisant,
- Débit d'oxygène inapproprié,
- Mauvais positionnement du patient.

3.4.1.4 Optimisation de la préoxygénation

Plusieurs stratégies permettent d'améliorer l'efficacité de la préoxygénation :

Position assise ou Trendelenburg inversé : augmente la CRF, améliore la préoxygénation, retarde la désaturation, notamment chez les patients obèses.

Utilisation de haut débit (> 10 L/min) pour éviter la réinhalation de l'air ambiant.

Application de pressions positives modérées (CPAP 5-10 cmH₂O) en cas de collapsus alvéolaire anticipé.

Monitoring de la FEO₂ pour s'assurer de l'efficacité de la dénitrogénéation avant l'induction.

La capnographie continue et la saturation pulsée permettent également de surveiller la qualité de l'oxygénation avant l'induction anesthésique [114,115].

3.4.2 Oxygénation apnéique

3.4.2.1 Physiologie de l'oxygénation apnéique

Même en absence de ventilation, un phénomène d'oxygénation apnéique peut se produire grâce aux différences de pression partielle entre les alvéoles et le sang capillaire pulmonaire. Ce phénomène repose sur le flux massique aventilatoire (AVMF), ou l'oxygène continue de diffuser des alvéoles vers les capillaires, créant une légère dépression qui attire passivement de l'oxygène frais si une source est disponible. Cependant, en l'absence d'élimination du CO₂ par ventilation alvéolaire, la capnie augmente progressivement. La PaCO₂ s'élève en moyenne de 3 à 6 mmHg par minute d'apnée, ce qui peut devenir rapidement délétère, notamment en cas de pathologie intracrânienne ou de pathologie cardiovasculaire.

Ainsi, l'oxygénation apnéique est un outil précieux pour prolonger l'apnée sans désaturation, mais ne remplace pas la ventilation.[116]

3.4.2.2 Techniques d'oxygénation apnéique

Plusieurs techniques cliniques existent pour administrer de l'oxygène pendant l'apnée :

- Canule nasale standard : simple, disponible, débit classique de 5 à 15 L/min.
- Cathéter nasopharyngé : inséré plus profondément pour délivrer l'oxygène près du larynx.
- Tube RAE modifié (oxygénation orale) : technique d'appoint intéressante notamment en chirurgie ORL.

- Insufflation laryngée directe : délivrance d'oxygène via le canal d'un vidéolaryngoscope.

Chacune de ces méthodes repose sur le principe de maintenir un apport d'oxygène à proximité des voies respiratoires pendant la période apnéique [117,118].

3.4.2.3 Innovations en oxygénation apnéique

3.4.2.3.1 Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange (THRIVE)

Patel et coll. ont ensuite utilisé l'acronyme THRIVE, Utilise un haut débit nasal humidifié et réchauffé (jusqu'à 70 L/min) pour maintenir un apport constant d'oxygène, Un avantage perçu des canules nasales pour l'oxygénation apnéique est qu'elles n'obstruent pas l'accès aux voies respiratoires pendant l'intubation trachéale. Mais l'inconvénient est qu'elles peuvent altérer l'étanchéité du masque facial si le clinicien entreprend une ventilation au masque facial. Une autre limite est que l'oxygénation apnéique n'a pas de rôle prouvé en tant que technique d'oxygénation de sauvetage au cours d'une désaturation en oxygène.

Levitan a inventé l'acronyme NODESAT (Nasal Oxygen During Efforts at Securing A Tube) : Technique simple consistant à maintenir une oxygénation nasale continue même pendant les tentatives d'intubation [119].

3.4.2.3.2 Oxygénothérapie à haut débit : HFNO (High Flow Nasal Oxygen)

Mécanismes physiologiques

L'oxygénothérapie à haut débit (HFNO) repose sur l'administration d'un mélange d'oxygène humidifié et réchauffé à travers des canules nasales à très haut débit (jusqu'à 60–70 L/min)[120–122].

Physiologiquement, le HFNO agit par plusieurs mécanismes bénéfiques :

- Augmentation de la fraction inspirée d'oxygène (FiO_2) de manière stable, avec une dilution minimale de l'air ambiant.
- Épuration partielle du CO_2 par effet de "lavage" des espaces morts anatomiques.
- Génération d'une pression positive modérée dans les voies respiratoires (entre 2 et 7 cmH₂O selon le débit et la fermeture buccale), contribuant à :
- Augmenter la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF),
- Maintenir l'ouverture des alvéoles,
- Améliorer l'oxygénation globale.

Avantages cliniques

Le HFNO présente plusieurs avantages majeurs en anesthésie et en gestion des voies respiratoires [123,124] :

- Prolongation significative du délai de désaturation pendant l'apnée, notamment en association avec une préoxygénation classique.
- Amélioration de l'oxygénation chez les patients hypoxémiques, même en respiration spontanée.

- Meilleure tolérance par les patients éveillés ou légèrement sédatisés comparé aux masques faciaux classiques.
- Réduction du travail respiratoire grâce à l'effet CPAP léger associé.
- En péri-intubation, le HFNO permet de sécuriser l'oxygénation, en particulier chez les patients à risque de désaturation rapide (obésité morbide, grossesse, pneumopathie aiguë), ou en situation de gestion de voie aérienne difficile prévue, aussi lors de tentatives prolongées d'intubation trachéale.

Limites et considérations pratiques

Malgré ses avantages, le HFNO présente certaines limites :

- Accumulation progressive de CO₂ : même avec l'épuration partielle, une hypercapnie significative peut se développer pendant des apnées prolongées.
- Débit insuffisant si la bouche reste largement ouverte (perte de pression positive).
- Coût et disponibilité du matériel spécifique (générateurs de haut débit humidifiés).
- Prudence chez certains patients :
- Insuffisance respiratoire hypercapnique sévère (BPCO sévère non compensée),
- Chirurgie ORL majeure bloquant le nez ou la cavité nasopharyngée.

En pratique, un débit de 40 à 60 L/min est généralement recommandé, avec un FiO₂ proche de 1.0 pendant les phases critiques (induction anesthésique, apnée).

3.4.3 Oxygénation post-extubation

La sélection de la stratégie doit être individualisée, en fonction de l'évaluation du risque de défaillance respiratoire après extubation [110].

3.4.3.1 Risques de défaillance respiratoire post-extubation

La période post-extubation est une phase critique, en particulier chez les patients ayant présenté une voie aérienne difficile ou une pathologie respiratoire sous-jacente. Les principaux risques incluent :

- Atélectasies secondaires à la fermeture des alvéoles,
- Hypoxémie par shunt intrapulmonaire et déséquilibre ventilation/perfusion,
- Oedème laryngé post-intubation,
- Réintubation d'urgence, associée à une morbidité et une mortalité significatives.

Des facteurs tels que la durée d'intubation, la difficulté initiale d'intubation, la présence d'une pathologie ORL obstructive ou d'une maladie pulmonaire chronique augmentent le risque de complications post-extubation.

3.4.3.2 Stratégies d'oxygénation post-extubation

La sécurisation de l'oxygénation après l'extubation repose sur plusieurs stratégies adaptées au profil du patient :

Oxygénothérapie standard à haut débit (nasale ou masque facial simple) : elle convient aux patients à faible risque post-extubation, sous surveillance continue de la saturation en oxygène (SpO₂).

Oxygénothérapie nasale à haut débit (HFNO) : elle offre une alternative supérieure à l'oxygénothérapie conventionnelle pour prévenir la désaturation post-extubation, permettant une meilleure tolérance, une amélioration de l'oxygénation et une réduction du travail respiratoire. Elle est indiquée chez les patients à risque modéré à élevé (obésité, apnée du sommeil, chirurgie ORL majeure).

Pression positive continue (CPAP) au masque facial : Utile pour prévenir l'atélectasie post-extubation, elle aide au maintien de l'ouverture alvéolaire et améliore l'oxygénation. Cette technique doit être utilisée avec précaution chez les patients présentant des troubles hémodynamiques.

Ventilation non invasive (VNI) : Indiquée en prévention de l'insuffisance respiratoire post-extubation dans certaines populations à haut risque (BPCO, insuffisance cardiaque aiguë, IMC élevé). Elle peut éviter la nécessité d'une réintubation si utilisée précocement.

3.5 Planification structurée de la stratégie de gestion d'une voie aérienne difficile

Lorsque l'évaluation préopératoire du patient révèle un risque potentiel de difficulté, le clinicien doit déterminer la meilleure approche à adopter. D'une manière générale, plusieurs options s'offrent à lui :

Premièrement, malgré la prédiction d'une difficulté, la gestion des voies aériennes peut être entreprise après l'induction de l'anesthésie générale. Cette approche peut être réalisée en ventilation spontanée ou en apnée, selon les cas.

Deuxièmement, une gestion éveillée des voies respiratoires, facilitée par une anesthésie locale des voies aériennes, avec ou sans sédation, peut être envisagée. Cette approche peut se faire par voie nasale, orale ou par un abord cervical antérieur.

Troisièmement, dans certaines situations, une éviction ou un report de la gestion des voies aériennes peut être décidée, notamment si les conditions optimales ne sont pas réunies. Que cette difficulté ait été prédite ou qu'elle soit inattendue, la gestion doit suivre une approche méthodique et structurée [1,4,62,125].

3.5.1 Stratégie de gestion d'une intubation trachéale difficile prévue

3.5.1.1 Gestion sous anesthésie générale d'une intubation trachéale difficile prévue

Dans la pratique courante, de nombreux patients présentant des prédictors anatomiques de difficulté sont tout de même gérés sous anesthésie générale. L'induction de l'anesthésie générale est envisageable si plusieurs conditions sont remplies [1,4,62,125]:

- La laryngoscopie et l'intubation trachéale sont prévues comme modérément difficiles, mais pas impossibles en utilisant les techniques usuelles (ex : laryngoscopie directe avec bougie, vidéolaryngoscopie avec lame hyperangulée).
- Les techniques de sauvetage pour maintenir l'oxygénation (ventilation au masque facial, dispositif supraglottique, accès cervical antérieur) sont jugées faisables.
- Aucun facteur physiologique ou contextuel ne compromet gravement la sécurité du patient (par exemple, estomac plein ou intolérance sévère à l'apnée).
- Il existe une probabilité raisonnable de succès en un nombre acceptable de tentatives (idéalement dans la limite de trois essais).
- Une stratégie alternative en cas d'échec est clairement établie et connue de toute l'équipe anesthésique.
- Une aide expérimentée est immédiatement disponible.
- Une attention particulière est portée à la préoxygénation, à l'oxygénation apnéique et à la préparation des équipements.

Il peut arriver que l'intubation sous anesthésie générale soit imposée par l'urgence, ou par l'impossibilité d'obtenir la coopération du patient pour une technique éveillée. Dans ces situations, cette décision ne doit être prise que si :

- Le bénéfice de l'intervention immédiate est jugé supérieur au risque de différer l'abord des voies aériennes.
- Un consentement éclairé est obtenu lorsque cela est possible.
- Un plan détaillé pour l'échec de l'intubation et de l'oxygénation est mis en place.
- Une aide compétente est physiquement présente.
- Un double set-up pour une cricothyrotomie d'urgence (eFONA) est prêt (identification préalable de la membrane cricothyroïdienne par palpation ou échographie).

3.5.1.2 Gestion éveillée d'une d'intubation trachéale difficile prévue

Lorsqu'une difficulté significative est prédite, l'intubation trachéale éveillée assure une sécurité supérieure. Le patient maintient une ventilation spontanée, la perméabilité des voies aériennes et la protection contre l'inhalation des sécrétions ou du contenu gastrique pendant toute la procédure.

L'intubation éveillée peut être réalisée par voie orale, nasale ou par abord cervical antérieur. Elle est généralement facilitée par une anesthésie locale des voies aériennes, parfois associée à une sédation légère. Bien que les indications absolues soient rares, certains contextes abaissent considérablement le seuil pour envisager une intubation éveillée [1,4,125]:

- La laryngoscopie et l'intubation trachéale sont prévues impossibles avec les techniques standards du clinicien (ex : ouverture buccale extrêmement limitée, déformation fixe du rachis cervical).
- Une difficulté est prévue à la fois pour l'intubation trachéale et pour les techniques de sauvetage (ventilation au masque, dispositif supraglottique, FONA).
- Une difficulté modérée est prédite, mais associée à des facteurs physiologiques ou contextuels majeurs (hypoxémie préexistante, instabilité hémodynamique, manque d'équipement ou d'aide qualifiée).
- L'intubation éveillée est privilégiée pour maintenir les compétences du personnel ou dans le cadre d'une formation planifiée (avec consentement du patient).
- Des troubles physiologiques extrêmes (ex : instabilité hémodynamique sévère) peuvent justifier l'usage de l'intubation éveillée même en l'absence d'anomalies anatomiques majeures.
- Certains protocoles institutionnels imposent l'utilisation de l'intubation éveillée dans des situations prédéfinies pour homogénéiser les pratiques et maintenir la compétence collective.

3.5.1.3 Stratégies alternatives de gestion d'une intubation trachéale prévue

Lorsqu'une difficulté d'intubation trachéale est prévue, une évaluation rigoureuse du risque peut amener à considérer des stratégies alternatives à l'intubation conventionnelle [1,4].

Anesthésie locorégionale :

Le recours à une anesthésie loco-régionale a la place de l'intubation trachéale, à condition que plusieurs critères soient remplis :

- La technique loco-régionale doit être jugée fiable et suffisante pour couvrir les besoins chirurgicaux.
- L'efficacité du bloc doit être confirmée avant toute incision chirurgicale.
- L'équipe opératoire doit être informée et briefée quant au plan d'action en cas d'échec du bloc ou d'apparition de complications peropératoires.
- Si la stratégie de secours nécessite un contrôle immédiat des voies aériennes, il est indispensable que l'accès au patient soit aisé en peropératoire.

À défaut de satisfaire ces conditions, il est plus sûr de sécuriser les voies aériennes par une intubation avant toute incision chirurgicale.

Utilisation d'un dispositif supraglottique (SGA) ou ventilation au masque facial (FMV)

Dans certaines circonstances, il est envisageable de recourir à un dispositif supraglottique pour éviter une intubation trachéale difficile, sous réserve de certaines précautions :

Si l'intervention chirurgicale prévue est habituellement réalisée sous dispositif supraglottique, l'usage de cette approche reste généralement sûr, même chez un patient présentant une difficulté d'intubation trachéale prédite.

En revanche, dans le cas d'une chirurgie où l'usage habituel d'un SGA n'est pas standard, planifier son utilisation élective pour éviter l'intubation peut être dangereux.

Il est essentiel de reconnaître que, si un échec peropératoire du SGA survient, la reprise du contrôle des voies aériennes (par intubation trachéale) pourrait s'avérer difficile, voire impossible. Néanmoins, dans certaines urgences extrêmes (exemple : après un échec d'intubation lors d'une césarienne pour souffrance fœtale aiguë), poursuivre la chirurgie sous ventilation SGA peut être justifié si le bénéfice immédiat l'emporte sur le risque.

Différer la gestion des voies aériennes jusqu'à disposer de meilleures ressources
Il peut être judicieux de différer la prise en charge des voies respiratoires dans l'attente d'un environnement mieux équipé ou de l'arrivée de personnel plus expérimenté. Cela implique d'évaluer soigneusement le bénéfice potentiel du report face au risque encouru par le patient pendant ce délai.

Différer l'abord des voies aériennes afin d'optimiser la pathologie sous-jacente ou éviter l'intubation trachéale.

Dans certaines situations critiques, même une gestion optimale de l'intubation pourrait entraîner une décompensation physiologique sévère, par exemple :

Effet délétère prévisible de l'induction anesthésique sur une insuffisance ventriculaire droite,

Risque accru en cas d'hypovolémie majeure non corrigée,

Impact d'une pression positive sur l'hémodynamique fragile.

Dans ces cas, il peut être plus prudent de stabiliser l'état physiologique du patient avant toute tentative de contrôle des voies aériennes.

Maintenir l'oxygénation sans intubation trachéale

Dans certaines situations à très haut risque, et si le matériel, l'expertise et le temps le permettent, l'oxygénation extracorporelle (par exemple via une membrane d'oxygénation extracorporelle, ECMO) peut être utilisée sans manipulation immédiate des voies aériennes. Autrefois considérée comme une approche exceptionnelle, l'ECMO est désormais plus accessible grâce aux évolutions technologiques (systèmes portables, circuits veino-veineux simplifiés) [65].

3.5.2 Stratégie de gestion d'une intubation trachéale difficile imprévue

Tout clinicien impliqué dans la prise en charge des voies aériennes doit être préparé à gérer une situation de difficulté rencontrée après l'induction de l'anesthésie générale. Bien que les algorithmes publiés pour la gestion des voies aériennes difficiles imprévues puissent différer dans leur apparence, leurs messages fondamentaux restent largement cohérents : une approche systématique est essentielle.

Il est primordial d'éviter les tentatives répétées d'intubation trachéale lorsque la difficulté est rencontrée. Chaque tentative doit être optimisée par un positionnement optimal du patient et du clinicien, une meilleure tentative possible de laryngoscopie, et l'utilisation techniques d'optimisation comme le stylet ou la bougie dès la première tentative difficile [1].

L'objectif doit être un succès dès la première tentative, car plusieurs études ont démontré que le risque de morbidité augmente dès la deuxième tentative, et encore davantage avec les tentatives supplémentaires. Même si la majorité de ces données proviennent de contextes extrahospitaliers, ces principes s'appliquent également au bloc opératoire [4] .

Minimiser le nombre d'essais permet également de réduire les traumatismes sur les tissus délicats de l'oropharynx et du larynx.

En règle générale, après un échec, il convient de modifier la technique ou le dispositif utilisé pour la tentative suivante, de préférence en tenant compte de la nature de la difficulté rencontrée.

Après un échec, toute nouvelle tentative d'intubation ne doit être entreprise que si l'oxygénation du patient est maintenue sans difficulté.

3.5.2.1 Gestion de l'échec de la stratégie d'intubation primaire

En règle générale, l'échec de l'intubation trachéale après un maximum de trois tentatives, en particulier lorsque deux dispositifs substantiellement différents ont été utilisés (par exemple une laryngoscopie directe [DL] puis une vidéolaryngoscopie [VL] hyperangulée), doit conduire à déclarer formellement un échec d'intubation.

Tant que l'oxygénation du patient peut être maintenue facilement par ventilation au masque facial (FMV) ou par un dispositif supraglottique (SGA), il est possible d'adopter une stratégie réfléchie et non précipitée pour déterminer la prochaine étape.

La majorité des recommandations internationales (notamment DAS, ASA, SFAR) [4,27,62] soulignent l'importance de limiter strictement le nombre de tentatives initiales d'intubation afin d'éviter ce que l'on appelle l'erreur de fixation : persister dans des tentatives répétées et infructueuses avec un même dispositif, ce qui augmente considérablement la morbidité liée aux voies aériennes.

Dans la pratique moderne, l'échec d'intubation après trois tentatives est inhabituel et doit être considéré comme indicateur d'une situation de difficulté majeure. L'appel immédiat à une aide expérimentée est alors impératif .

3.5.2.2 Stratégies après déclaration de l'échec d'intubation

Une fois l'échec d'intubation officiellement reconnu, plusieurs stratégies alternatives sont envisageables :

Réveil du patient

Permettre l'émergence du patient de l'anesthésie générale est une option soutenue par de nombreuses recommandations, bien que les bénéfices réels sur l'issue clinique ne soient pas systématiquement prouvés. Une fois réveillé, le patient peut voir son intervention différée, ou être intubé à l'état d'éveil, ou bénéficier d'une anesthésie loco-régionale ou, plus rarement, d'un accès cervical antérieur (FONA).

Mais cette stratégie est rarement applicable chez les patients critiquement instables, le retour à la ventilation spontanée peut être compromis si des agents anesthésiques persistants sont encore actifs malgré l'antagonisation. En cas de désaturation sévère, il est parfois impossible de permettre un réveil du patient.

Utilisation du dispositif supraglottique (SGA)

Après un échec d'intubation un SGA peut être placé pour restaurer l'oxygénation, en suivant différentes stratégies :

- Laisser le SGA en place jusqu'au réveil complet du patient,
- Poursuivre l'intervention chirurgicale sous ventilation SGA, mais seulement dans des cas exceptionnels et après une évaluation rigoureuse du rapport bénéfice/risque,
- Utiliser le SGA comme mesure transitoire pour préparer une nouvelle tentative d'intubation assistée,
- Tenter une intubation trachéale via le SGA, en utilisant une fibre optique ou une technique d'intubation guidée.

Il est crucial de souligner que la poursuite d'une chirurgie sous ventilation SGA après échec d'intubation est associée à une morbidité accrue [16] et doit être décidée avec extrême prudence.

Nouvelle tentative d'intubation trachéale

Une tentative supplémentaire d'intubation peut être envisagée sous certaines conditions, comme l'oxygénation stable du patient, une réflexion stratégique préalable, le dispositif utilisé est différent de ceux déjà essayés et spécifiquement sélectionné pour contourner l'obstacle précédemment rencontré.

Avant toute nouvelle tentative, il est nécessaire de maintenir l'anesthésie appropriée, d'assurer une curarisation adéquate, et de protéger contre l'inhalation, et de s'assurer que l'expertise et l'équipement adaptés sont disponibles.

L'usage de la fibroscopie flexible est souvent conseillé, que ce soit seule ou guidée à travers un SGA, ou combinée avec une vidéolaryngoscopie (technique synergique nécessitant deux opérateurs).

Accès cervical antérieur (FONA)

Bien que rare dans ce contexte, la réalisation d'une cricothyrotomie d'urgence (eFONA) reste une option lorsque l'oxygénation devient compromise, Ou si la sécurisation définitive des voies aériennes par les voies conventionnelles est jugée impossible dans le contexte de l'intervention chirurgicale urgente.

3.5.2.3 Stratégies après déclaration d'un échec d'oxygénation

Lorsque l'intubation trachéale échoue et que l'oxygénation ne peut être maintenue ni par ventilation au masque facial ni par l'utilisation d'un dispositif supraglottique, la situation est désignée par l'acronyme CICO « Cannot Intubate, Cannot Oxygenate ».

La survenue d'une situation CICO représente l'une des urgences anesthésiques les plus graves, avec un risque immédiat d'hypoxie sévère, de lésions cérébrales irréversibles, voire de décès en l'absence de prise en charge rapide et appropriée.

Reconnaissance et déclaration précoce de la situation CICO

La reconnaissance précoce d'une situation CICO est essentielle pour éviter les délais critiques dans la mise en œuvre de mesures salvatrices. L'algorithme moderne de gestion des voies aériennes recommande que tout échec de ventilation efficace, associé à un échec d'intubation trachéale, conduise rapidement à la déclaration formelle d'une situation CICO.

Retarder cette reconnaissance en multipliant les tentatives infructueuses d'intubation, de ventilation au masque ou de dispositifs supraglottiques est l'un des principaux facteurs de mortalité identifiés dans les audits nationaux comme le NAP4.

Il est donc primordial que le clinicien principal déclare sans ambiguïté la situation CICO, dès qu'elle est reconnue, et que l'équipe anesthésique se prépare immédiatement à l'accès cervical antérieur [126].

Gestion de la situation CICO :

La réalisation rapide d'un accès cervical antérieur (FONA) est la solution standard en situation CICO, en vue d'une oxygénation d'urgence.

Trois méthodes principales sont décrites pour la réalisation du FONA :

- Ponction-transtrachéale avec insufflation d'oxygène à haute pression via un cathéter cricothyroïdien.
- Cricothyrotomie chirurgicale (dissection au scalpel de la membrane cricothyroïdienne suivie de l'insertion d'un tube de taille adaptée).
- Cricothyrotomie percutanée avec kit dédié (par technique de Seldinger modifiée).

Toutefois, les recommandations les plus récentes (DAS 2015, ASA 2022, SFAR) tendent à privilégier la cricothyrotomie chirurgicale directe avec scalpel comme technique de référence en cas de situation CICO, en raison de sa simplicité technique, et de sa rapidité d'exécution, ainsi que son taux de succès supérieur dans les situations d'urgence vitale par rapport aux techniques par ponction.

L'objectif immédiat n'est pas forcément de sécuriser une ventilation contrôlée, mais d'assurer une oxygénation suffisante pour prévenir l'hypoxie cérébrale.

Préparation au FONA en cas de difficulté prévue

En présence d'une difficulté prévisible d'oxygénation (ex : obstruction tumorale, pathologie cervicale compressive, immobilité cervicale sévère), le repérage préalable de la membrane cricothyroïdienne par palpation ou échographie cervicale en préopératoire est fortement recommandée. La préparation de tout le matériel nécessaire pour un accès cervical antérieur doit être standardisée, et les membres de l'équipe anesthésique doivent être formés et prêts à exécuter une cricothyrotomie d'urgence si la situation CICO est déclarée [127].

3.5.3 Extubation du patient présentant une voie aérienne difficile

La gestion de la voie aérienne ne se termine pas avec la réussite de l'intubation trachéale. L'extubation d'un patient ayant présenté une voie aérienne difficile représente une phase tout aussi critique et nécessite une planification rigoureuse.

Des études ainsi que les audits nationaux (notamment NAP4) [16] ont démontré que les complications respiratoires graves sont aussi fréquentes, sinon plus, au moment de l'extubation qu'à l'induction anesthésique. La prudence est donc essentielle pour éviter des événements catastrophiques, tels que l'obstruction des voies aériennes, l'incapacité à ré-intuber ou la nécessité d'une trachéotomie en urgence [128].

3.6 Fondements des facteurs humains appliqués à la gestion des voies respiratoires

3.6.1 Éléments des facteurs humains impliqués dans la gestion des voies respiratoires difficiles

La gestion des voies respiratoires difficiles sollicite plusieurs composantes critiques des facteurs humains, notamment :

- Une planification minutieuse réduit l'improvisation et le stress en situation d'urgence. Elle comprend l'identification des risques, la préparation de plusieurs options techniques, et la définition claire des stratégies de secours.
- La communication claire et structurée entre les membres de l'équipe est essentielle. Utiliser des annonces explicites (« Déclaration CICO », « Appel à l'aide ») améliore la coordination et la rapidité d'action.
- La réussite dépend d'une équipe organisée autour d'un leader clairement identifié, capable de déléguer efficacement les tâches, de favoriser l'écoute active, et de maintenir la cohésion sous pression.
- En situation de stress élevé, la surcharge cognitive peut altérer la mémoire de travail, ralentir la prise de décision et favoriser les erreurs. Utiliser des algorithmes standardisés et des check-lists permet de limiter cette surcharge et de préserver les ressources attentionnelles.
- Savoir identifier rapidement qu'une technique échoue (par exemple après deux tentatives infructueuses d'intubation) est critique pour activer sans retard les stratégies alternatives.
- Utilisation des outils cognitifs. Check-lists, algorithmes visuels et procédures standardisées améliorent la performance sous stress en servant de repères décisionnels clairs.

3.6.2 Influence du facteur humain en situation critique dans la gestion des voies respiratoires difficiles

Une analyse des incidents liés à la gestion des voies respiratoires en anesthésie a révélé que la majorité des événements indésirables graves étaient plus liés à des erreurs humaines (organisationnelles, décisionnelles, de communication) qu'à des erreurs purement techniques. Des audits tels que le National Audit Project 4 (NAP4) ont montré que des problèmes de planification, des défauts de communication interprofessionnelle, et l'absence de

reconnaissance rapide des échecs étaient des contributeurs majeurs aux issues défavorables, souvent plus que l'incompétence technique brute.

[16,87]La gestion des voies respiratoires difficiles en anesthésie est profondément impactée par le facteur humain, en particulier dans les contextes de stress aigu, d'urgence et de charge cognitive élevée (Marshall SD, 2013). Le facteur humain est une composante omniprésente et critique dans la gestion des voies respiratoires difficiles. La compétence technique seule est insuffisante, la préparation mentale, l'organisation d'équipe et la communication efficace sont aujourd'hui des piliers majeurs de la sécurité anesthésique moderne [129]

Le facteur humain englobe la manière dont les individus perçoivent, réagissent, décident et communiquent sous pression, l'interaction complexe entre compétences, environnement, stress et dynamique d'équipe. La prise en compte du facteur humain est aujourd'hui reconnue comme un déterminant essentiel du succès ou de l'échec [6,17].

3.6.2.1 Charge cognitive accrue sous stress

Plus la situation est critique (hypoxie imminente, impossibilité d'intuber/ventiler), Plus la charge cognitive est élevée, plus la performance technique se détériore. La charge mentale de l'opérateur explose, le cerveau est surchargé par la multiplicité des tâches à gérer simultanément, tentative d'intubation, surveillance de la saturation, anticipation des plans de secours et communication avec l'équipe [105].

Heidegger T [6] décrit que la surcharge cognitive réduit drastiquement la capacité d'attention et la mémoire de travail, conduisant à des oublis d'étapes essentielles et des erreurs dans le choix ou la séquence des actions.

3.6.2.2 Dégradation progressive de la prise de décision sous hypoxie

L'hypoxie progressive, même discrète, provoque une altération rapide des fonctions exécutives, une baisse de la capacité de raisonnement logique et une perte du jugement critique. En cas d'hypoxie imminente les opérateurs peuvent persister de manière inappropriée dans des tentatives répétées (fixation cognitive), ils peuvent oublier d'initier une ventilation de secours ou de passer à l'accès chirurgical, ils peuvent sous-estimer l'urgence de la situation.

La reconnaissance précoce de la dégradation cognitive est donc un objectif d'entraînement majeur en simulation d'intubation difficile [37].

3.6.2.3 Communication inefficace sous pression temporelle

Sous stress aigu, la communication interpersonnelle se dégrade, les ordres deviennent ambigus ou incomplets, et la transmission d'informations critiques est retardée ou omise.

Les experts soulignent que les situations d'échec d'intubation sont souvent marquées par des erreurs de communication plus que par des erreurs techniques, le manque de communication claire entre opérateurs retarde la reconnaissance de l'échec et la mise en œuvre d'une stratégie alternative.

Le concept de "Closed-loop communication" (message clair, réception confirmée, exécution visible) est recommandé dans les algorithmes de gestion critique [35].

3.6.2.4 Principales erreurs humaines identifiées dans l'échec de gestion des voies aériennes

Selon les audits majeurs, NAP4, Cook TM [16,17] :

- Erreur de fixation cognitive : persistance irrationnelle avec une technique inefficace,
- Erreur d'omission : oubli de préparation d'un dispositif de secours,
- Erreur de transition : retard à passer au plan de secours,
- Erreur de communication : mauvaise transmission des informations entre les membres de l'équipe.

Ces erreurs sont aggravées en présence d'une forte charge cognitive et d'un environnement de stress maximal.

3.6.2.5 Moyens d'atténuer l'impact du facteur humain

Les stratégies validées comprennent :

- Standardisation des procédures (ex : algorithmes DAS 2015, ASA 2022)
- Utilisation d'aides cognitives visuelles et mnémotechniques (ex : Vortex approach),
- Formation systématique en simulation haute-fidélité,
- Mise en œuvre du briefing pré-induction pour clarification des rôles et des plans,
- Entraînement spécifique à la communication en situation critique (ex : "closed-loop communication").

L'objectif est de réduire la charge mentale, fluidifier la transition entre techniques, et améliorer la cohésion d'équipe sous pression [12].

3.6.3 Importance de la simulation et de la formation d'équipe dans la gestion des voies respiratoires difficiles

La gestion des voies respiratoires difficiles est une compétence complexe qui ne repose pas uniquement sur la technique individuelle, mais également sur, la coordination d'équipe, la prise de décision rapide sous stress, et la communication efficace.

La simulation haute-fidélité est aujourd'hui un standard de formation pour tout anesthésiste confronté à la gestion des voies respiratoires difficiles. Elle ne vise pas seulement à améliorer les gestes techniques, mais à préparer mentalement, émotionnellement et organisationnellement l'opérateur à faire face à la réalité complexe d'une situation critique.

La sécurité du patient ne dépend plus uniquement de l'habileté de la main, mais de la capacité de l'esprit et du groupe à agir vite, bien, et ensemble [36]

3.6.3.1 Amélioration du taux de réussite en situation de CICO :

La formation par simulation a permis d'augmenter de manière significative le taux de succès des cricothyroïdotomies simulées, le temps nécessaire pour reconnaître l'échec d'intubation/ventilation a été réduit, les opérateurs formés par simulation prennent des décisions plus rapides et passent plus rapidement au plan d'accès chirurgical [130,131].

Ce gain est critique en situation réelle, chaque minute gagnée avant hypoxie sévère améliore les chances de survie du patient (Cook TM et al., 2011).

3.6.3.2 Réduction du temps de décision critique

La simulation entraîne les opérateurs à reconnaître précocement l'échec, leur apprend à switcher rapidement entre les techniques (supraglottique → infraglottique → chirurgical), et diminue l'inertie cognitive qui bloque souvent la prise de décision en situation critique.

Les experts soulignent que les opérateurs non entraînés ont tendance à persister plus longtemps sur des techniques inefficaces, alors que ceux ayant bénéficié de simulation changent plus rapidement de stratégie [132].

3.6.3.3 Formation élargie au-delà de la seule compétence technique

La simulation efficace ne se limite pas à l'insertion d'un tube ou à la maîtrise d'un dispositif. Elle doit inclure systématiquement [133]:

- La dynamique d'équipe : gestion coordonnée des actions et priorisation collective,
- La communication en situation de stress : adoption de la "Closed-loop communication" (ordre clair, accusé de réception, exécution confirmée),
- La gestion cognitive : maintien d'une capacité décisionnelle sous charge émotionnelle élevée.
- Le "Vortex approach"[65], recommande que la simulation intègre systématiquement des scénarios de dégradation rapide, et oblige les opérateurs à pratiquer la reconnaissance de l'échec et le passage immédiat au plan alternatif.

3.6.4 Objectifs pédagogiques de la simulation moderne en anesthésie des voies aériennes

- Compétence technique : Utilisation des VL, SAD, fibroscopes, cricothyroïdotomie
- Compétence décisionnelle : Reconnaissance de l'échec, priorisation de l'oxygénation
- Compétence communicationnelle : Utilisation du "closed-loop", délégation des tâches
- Compétence organisationnelle : Gestion de l'espace de travail, anticipation du matériel
- Compétence en dynamique d'équipe : Leadership sous stress, collaboration, soutien mutuel

3.6.5 Intégration des facteurs humains dans la gestion des voies respiratoires

L'intégration des facteurs humains dans la pratique anesthésique quotidienne repose sur plusieurs actions concrètes :

Préparation et planification systématique avant chaque procédure, il est essentiel de réaliser un briefing structuré incluant une évaluation du risque d'intubation difficile, et la préparation du matériel nécessaire (incluant équipements de secours), ainsi que l'attribution claire des rôles au sein de l'équipe.

Utilisation systématique des algorithmes et check-lists validés pour la gestion des voies respiratoires difficiles, permettent de réduire les erreurs d'omission, de standardiser les réactions face à l'échec, et maintenir une cohérence de prise de décision, même en situation de stress aigu.

Encourager une communication proactive et ouverte, où chaque membre de l'équipe peut poser des questions, faire des suggestions, et signaler toute anomalie sans crainte de hiérarchie.

La simulation de scénarios d'intubation difficile permet de renforcer les automatismes techniques et cognitifs, d'améliorer la gestion collective du stress, de tester et perfectionner les plans de secours.

Débriefing post-événement, après chaque événement difficile ou critique, organiser un débriefing formel, identifier les points forts et les axes d'amélioration, favoriser l'apprentissage collectif, et réduire l'impact psychologique des échecs ou événements graves.

La gestion sécurisée des voies respiratoires ne repose pas uniquement sur la compétence technique individuelle. Elle dépend de manière critique de la planification proactive, de la communication efficace, du travail d'équipe coordonné, de la capacité à gérer le stress cognitif, et de l'utilisation raisonnée des outils cognitifs standardisés.

Les erreurs humaines, telles que la mauvaise anticipation, l'absence de communication explicite, ou la persistance dans des tentatives infructueuses, représentent aujourd'hui les principales causes d'échec catastrophique dans la prise en charge des voies aériennes difficiles, bien plus que l'incompétence technique isolée.

Adopter une approche systématique intégrant les principes des facteurs humains, renforce la sécurité du patient, améliore les performances collectives en situation critique, et réduit la morbidité et la mortalité associées aux voies aériennes difficiles.

Enfin, il est essentiel de favoriser une culture d'apprentissage continu, basée sur la simulation, le débriefing constructif, et l'amélioration permanente des pratiques collectives.

La maîtrise des facteurs humains n'est pas un luxe, mais une exigence incontournable pour tout clinicien impliqué dans la gestion des voies respiratoires.

3.6.6 Évaluation des Performances en Simulation

L'évaluation des performances en simulation trouve ses origines dans les années 1990 avec l'émergence des simulateurs haute fidélité en médecine, notamment en anesthésie-réanimation et en chirurgie. Elle s'est inspirée des modèles utilisés dans l'aviation, où la simulation s'est imposée depuis les années 1970 comme un outil incontournable de formation et de certification.

L'objectif initial n'était pas uniquement d'enseigner, mais aussi d'évaluer objectivement la compétence des praticiens dans des environnements contrôlés, reproductibles et sécurisés. Progressivement, l'évaluation des performances est devenue un champ à part entière dans la pédagogie médicale, répondant aux exigences d'accréditation, de certification, et d'amélioration continue des pratiques [134].

L'intérêt de l'évaluation en simulation réside dans sa capacité à apprécier de manière intégrée les compétences techniques (savoir-faire), cognitives (prise de décision) et non techniques (communication, leadership, gestion du stress). En anesthésie, et plus spécialement dans la gestion des voies respiratoires difficiles, ces compétences doivent être mobilisées simultanément et sous pression, ce qui rend l'approche simulée particulièrement pertinente.

Historiquement, les premières échelles d'évaluation en simulation étaient centrées sur la réussite technique d'un acte (ex : intubation trachéale), avec une approche dichotomique (succès/échec). Rapidement, les modèles ont évolué vers des grilles plus complètes, comme :

- La Global Rating Scale (GRS), qui permet d'évaluer qualitativement la fluidité, la sécurité et l'efficacité globale de la procédure [135] .
- L'Ottawa GRS, orientée vers les compétences non techniques, très utile pour l'analyse des comportements émergents en situation de crise [136].
- Le score TEAM (Team Emergency Assessment Measure), spécifique au travail en équipe dans un contexte d'urgence [137].
- Le questionnaire NASA-TLX [138], adapté de l'aéronautique, qui permet une analyse fine de la charge mentale perçue.

Ces outils ont en commun une structure objective, une visée formative, et une compatibilité avec les environnements simulés ou réels. Ils peuvent être utilisés de manière isolée ou combinée, selon le scénario, le niveau des participants et les objectifs pédagogiques visés.

En intégrant une évaluation structurée à la simulation, on permet au participant non seulement de recevoir un retour pertinent et ciblé, mais aussi d'engager une réflexion sur ses propres performances. Cela ouvre la voie à une amélioration continue, adossée à une démarche de qualité des soins. L'objectif final reste la sécurisation des pratiques en situation réelle, notamment dans des domaines aussi sensibles que la gestion des voies aériennes difficiles.

Afin de répondre aux différents objectifs spécifiques de cette recherche, trois études complémentaires ont été menées simultanément sur une période de 30 mois. Chaque étude explore une dimension particulière de la gestion des voies respiratoires difficiles en chirurgie ORL et cervico-faciale : technique, sécuritaire ou humaine.

La présentation méthodologique ci-dessous détaille pour chaque volet : la population étudiée, les critères de sélection, le protocole utilisé et les critères d'évaluation.

4 RÉSULTATS

Ce chapitre de notre thèse présente les résultats de l'étude menée au sein du service ORL et chirurgie cervico-faciale du CHU d'Annaba, sur une période de 30 mois, allant du 1er avril 2022 au 1er octobre 2024. Elle porte sur la planification de la gestion des voies respiratoires difficiles dans le contexte particulier de la pathologie ORL et cervico-faciale.

Au cours de la période de notre étude, 2349 patients ont été candidats à une chirurgie programmée au bloc opératoire d'ORL et cervico faciale, nécessitant une intubation trachéale, ces patients représentent la population générale de l'étude (**Figure 4.1**).

Parmi eux, 390 patients présentent un score d'Arné > 11 lors de l'évaluation pré-anesthésique, indiquant un risque élevé d'intubation difficile prévue, Trois patients ont été exclus de l'analyse en raison de contre-indications aux protocoles de l'étude, et 43 patients qui présentaient un score d'Arné > 11, mais des indications absolues d'intubation trachéale éveillée, ont été dirigé vers une étude de sécurité de gestion des voies respiratoires difficiles prévues. Les 344 patients restants ont été randomisés en deux groupes pour l'étude technique.

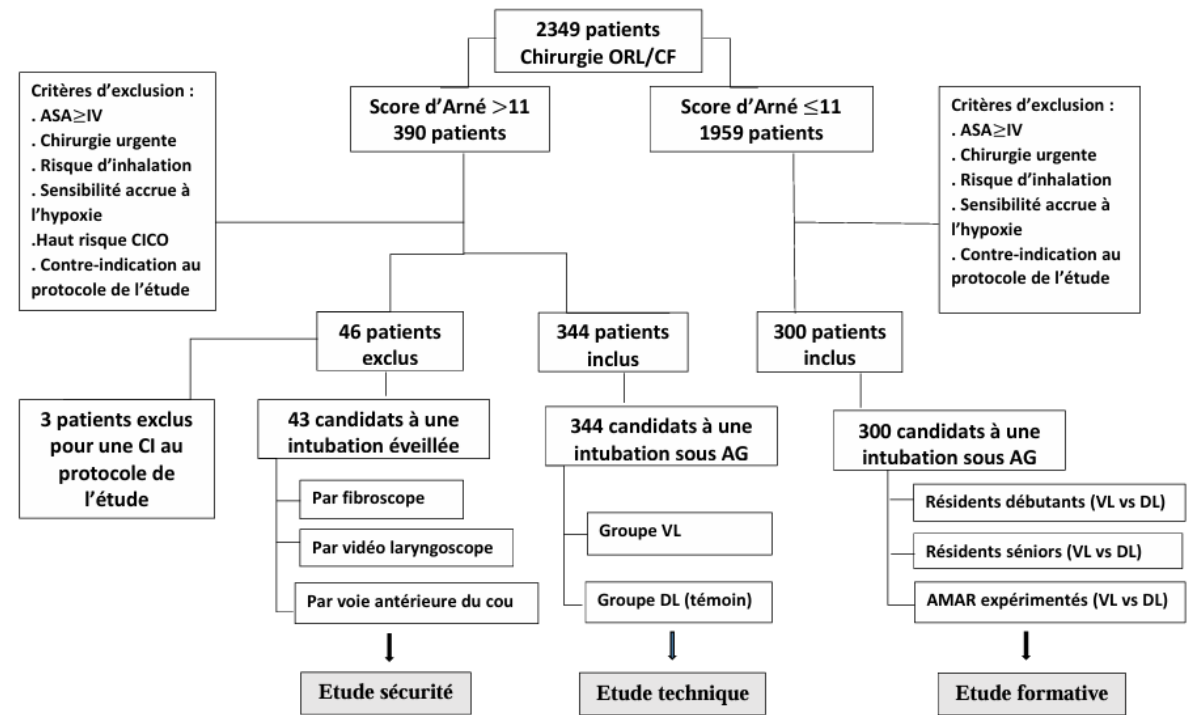


Figure 4.1 : Flow-chart de la population étudiée et des répartitions méthodologiques
(Conçu par Dr SOUICI Karima, Université Badji Mokhtar– Faculté de médecine – CHU d'Annaba, 2025.)

En complément et afin d'analyser le facteur humain et organisationnel, Une étude prospective formative a été menée, sur la prise en charge anesthésique et de gestion des voies respiratoires par des opérateurs de différents niveaux d'expérience, concernant 300 patients avec un score d'Arné < 11.

Nos résultats détaillent à la fois les performances techniques des différentes méthodes d'intubation et les critères prédictifs associés aux situations d'intubation difficile, selon les localisations anatomopathologiques rencontrées en chirurgie ORL et cervico-faciale.

L'étude a été structurée autour de trois volets complémentaires, visant à développer des outils cliniques standardisés applicables localement, tels qu'une fiche d'évaluation préanesthésique et un protocole de gestion des voies respiratoires difficiles, adaptés aux spécificités du plateau technique et des ressources du CHU d'Annaba.

- **Étude technique « Comparaison vidéo laryngoscopie (VL) vs laryngoscopie directe (DL) » :**

Une cohorte de 344 patients a été randomisée en deux groupes équivalents (VL vs DL), tous pris en charge sous anesthésie générale. L'objectif principal de cette analyse était de déterminer l'apport de la vidéo laryngoscopie en première intention dans le succès de l'intubation trachéale à la première tentative. Les objectifs secondaires portaient sur l'estimation de l'incidence de l'intubation difficile dans cette population à haut risque anatomique et l'identification des critères prédictifs d'intubation difficile spécifiques à la pathologie ORL et cervico-faciale.

- **Étude de sécurité « Intubation éveillée en chirurgie ORL et cervico-faciale » :**

43 patients présentaient des indications absolues d'intubation trachéale éveillée, contre-indiquant formellement une intubation conventionnelle sous anesthésie générale. Ces cas ont fait l'objet d'une analyse distincte visant à situer la place respective des techniques indirectes d'intubation (fibroscope, vidéo-laryngoscope) ainsi que de la trachéotomie chirurgicale, dans la gestion sécurisée des voies respiratoires dans les contextes ORL et de pathologie cervico-faciale à haut risque.

- **Étude formative « Évaluation de l'impact du facteur humain » :**

Une étude prospective formative a été menée dans le but d'évaluer l'influence du facteur humain, notamment le niveau d'expérience, les compétences techniques et non techniques, sur la réussite de l'intubation trachéale en contexte d'apprentissage supervisé en conditions réelles. Cette partie inclut une analyse comparative des performances techniques et non techniques selon le niveau d'expérience des opérateurs (résidents débutants, seniors, auxiliaires expérimentés), et la technique utilisée (VL ou DL).

4.1 Étude technique

4.1.1 Répartition selon les caractéristiques générales de la population

L'étude porte sur un échantillon de 344 patients, randomisés en deux groupes, 172 dans le groupe direct laryngoscopie (DL) et 172 dans le groupe vidéo laryngoscopie (VL). L'âge moyen de la population composant l'échantillon du groupe VL est de 53,51 ans $\pm$ 15,57, et de 52,06 ans $\pm$ 16,42 pour le groupe DL. La différence entre les moyennes d'âge n'est pas statistiquement significative ($p = 0,38$). La répartition par genre est comparable entre les deux groupes, avec une majorité masculine. Les patients du groupe DL avec un IMC de 25,0 $\pm$ 5,1 sont plus minces que ceux du groupe VL avec un IMC de 25,5 $\pm$ 5,1 mais sans signification statistique, néanmoins l'IMC supérieur à 30Kg/m² représente en moyenne 17.15% des cas d'intubation difficile prévue dans la population d'étude (**Tableau 4.1**).

La répartition des scores ASA est comparable entre les deux groupes. Dans le groupe VL, on retrouve 22% de patients ASA I, 76% ASA II et 2% ASA III. Dans le groupe DL, la distribution est respectivement de 26.2%, 70.9% et 2.9% pour les classes ASA I, II et III. L'analyse statistique (test du Chi²) n'a pas montré de différence significative entre les deux groupes ($p > 0,05$), néanmoins le score ASA II est le plus fréquente.

Tableau 4.1: Répartition selon les caractéristiques générales de la population

Caractéristiques générales	Groupe VL (N=172)	Groupe DL (N=172)	P value
Âge (années) moyenne $\pm$ écart type	53,51 $\pm$ 15,57	52,06 $\pm$ 16,42	0.380
Sexe masculin N (%)	93 (54%)	100 (58%)	0,514
IMC kg/m ² moyenne $\pm$ écart type	25,5 $\pm$ 5,1	25,0 $\pm$ 4,9	0,354
Classe ASA N (%)			
I	38 (22%)	45 (26.2%)	0,494
II	131(76%)	122 (70.9%)	
III	3 (2%)	5 (2.9%)	

Données exprimées en moyenne $\pm$ écart-type ou en nombre (pourcentage). Comparaison par test de Student ou test du χ^2 selon le type de variable.

4.1.2 Répartition selon les antécédents spécifiques

Aucun des antécédents spécifiques étudiés ne présentait de différence statistiquement significative entre les deux groupes d'intubation, avec des p-values supérieures à 0,05 selon le test exact de Fisher (**Tableau 4.2**). On observe une prévalence comparable des différents facteurs de risque entre les deux groupes, cela suggère une répartition homogène des facteurs de risque d'intubation difficile entre les deux techniques, permettant une comparaison fiable des résultats cliniques d'intubation.

Tableau 4.2 : Répartition selon les antécédents cliniques spécifiques

Antécédents spécifiques	Groupe VL (N=172)	Groupe DL (N=172)	P value
Ronflements/ SAOS	14 (8.1%)	18 (10.5%)	0.578
IMC >30Kg/m ²	32 (18,6%)	26 (15,1%)	0.473
Intubation difficile	3 (1.7%)	4 (15.1%)	1
Radiothérapie	6 (3.5%)	5 (2.3%)	1
Pathologie du cou	108 (62.8%)	110 (64.0%)	0.913
Pathologie des VRS	33(19.2%)	32 (18.6%)	1
Tabac/ tabac à chiquer	47 (27.3%)	46 (26.7%)	1
Traumatisme/chirurgie du rachis cervical	0	0	-
Diabète	40 (23.3%)	41 (23.8%)	1
Insuffisance rénale chronique	6 (3.5%)	5 (2.3%)	1
Spondylarthrite ankylosante	2 (1.2%)	1 (0.6%)	1
Polyarthrite rhumatoïde	1 (0.6%)	1 (0.6%)	1

Données exprimées en nombre (pourcentage). Comparaison par test exact de Fisher.

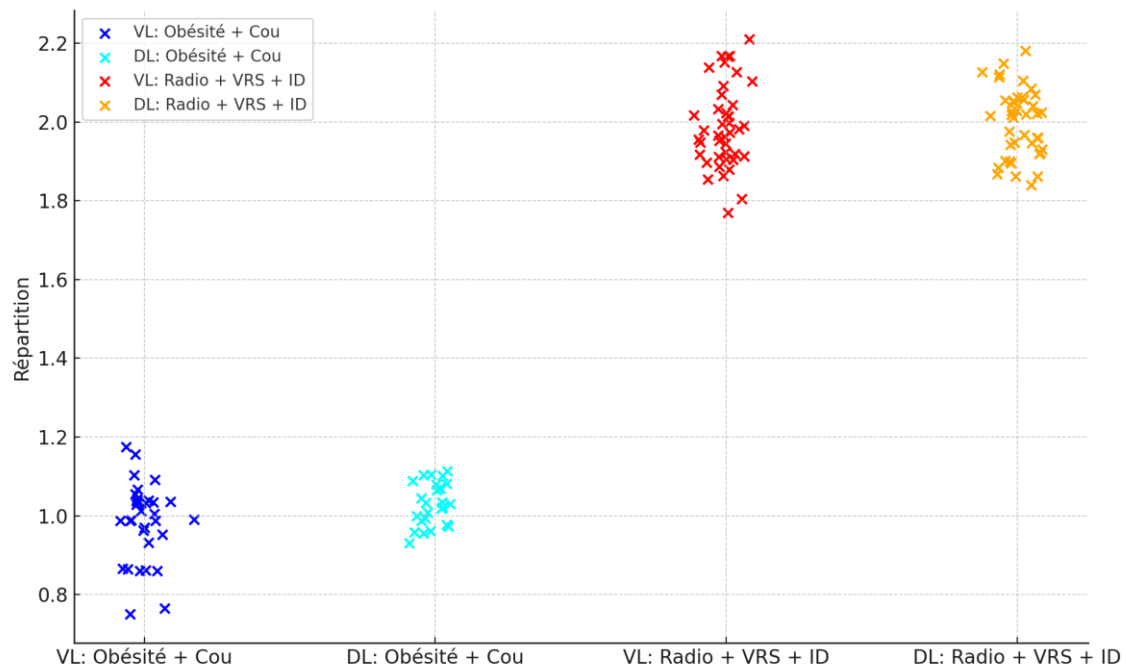
Les antécédents les plus fréquents étaient, la pathologie du cou, Le tabagisme comme premier facteur de risque en pathologie ORL et du cou, et l'obésité.

D'autres antécédents, bien que moins fréquents, méritent une attention particulière, notamment la radiothérapie cervicale, les antécédents d'intubation difficile, et les pathologies inflammatoires chroniques comme la spondylarthrite ankylosante ou la polyarthrite rhumatoïde ainsi que l'insuffisance rénale chronique.

Ces résultats soulignent la multiplicité des facteurs de risque d'intubation difficile, souvent intriqués, et renforcent la nécessité d'une évaluation préopératoire rigoureuse, quels que soient les moyens techniques utilisés.

Pour approfondir notre évaluation on a étudié l'association synergique entre le type de pathologie et les antécédents ciblés. La distribution des patients présentant des associations cliniques potentiellement synergiques dans la genèse des intubations difficiles est illustrée par le nuage de points (**Figure 4.2**). Notre analyse retrouve que l'obésité est associée à la pathologie

cervicale d'une part, et l'antécédent de radiothérapie associé à une pathologie des voies respiratoires supérieures (VRS) d'autre part. Ces combinaisons de facteurs traduisent une majoration du risque anatomique et technique, en particulier en cas de tissus irradiés, d'infiltration tumorale ou de morphotypes obèses.



VL = vidéolaryngoscopie, DL=laryngoscopie directe, ID= intubation difficile, Radio=radiothérapie, VRS=voies respiratoires supérieures

Figure 4.2 : Nuage de points représentant les associations synergiques entre facteurs de risque et site anatomiques de la pathologie dans les groupes VL et DL

La répartition des patients entre les groupes vidéolaryngoscopie (VL) et laryngoscopie directe (DL) reste globalement équilibrée, sans prédominance marquée pour une technique donnée.

4.1.3 Répartition selon le site de la pathologie chirurgicale

La répartition des pathologies (**Figure 4.3**) met en évidence une prédominance marquée de la chirurgie cervicale, dépassant largement les 60 %. Cela est lié à la fréquence importante des pathologies du cou dans cette région. La pathologie du larynx est la deuxième en fréquence, représentant 17 % des cas, et cela reflète la prévalence des pathologies nécessitant une gestion particulière des voies aériennes.

Les pathologies de la face, du nez et des sinus, ainsi que de la cavité buccale, sont moins représentées, chacune autour de 5 à 10 %. Cela indique que ces interventions sont moins courantes ou peut-être moins complexes en termes de gestion des voies respiratoires.

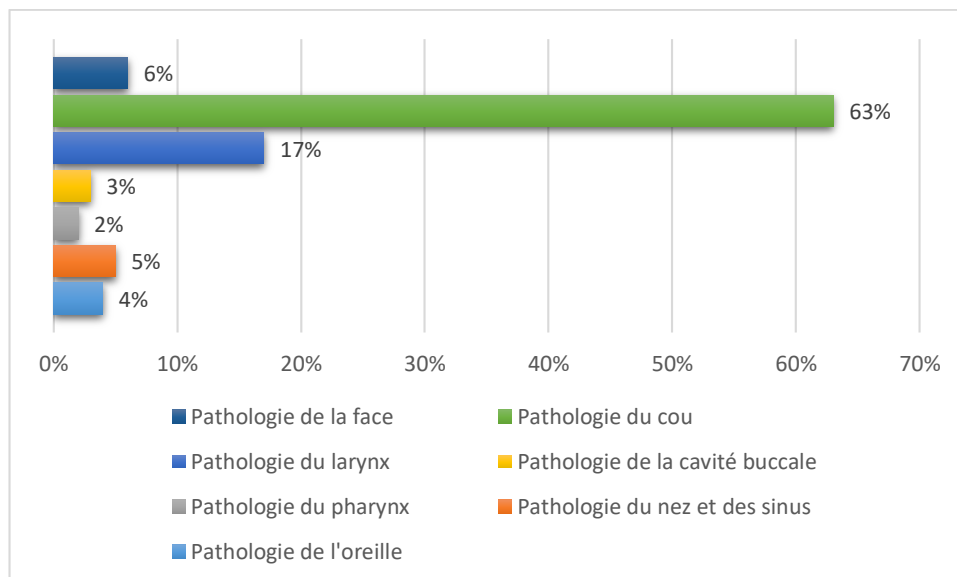


Figure 4.3 : Répartition de la population d'intubation difficile selon la pathologie ORL et cervico-faciale.

Les pathologies de l'oreille et du pharynx sont les moins fréquentes, avec des proportions inférieures à 5 %. Cela peut être lié au fait que ces chirurgies impliquent rarement des difficultés d'intubation, les rendant moins pertinentes pour cette étude spécifique.

La répartition des patients selon le site de la pathologie était comparable entre les deux groupes. Dans chaque groupe (VL et DL, N = 172), les types de pathologies étaient équitablement représentés : pathologies du cou (63%), du larynx (17%), de la face (6%), du nez et des sinus (5%), de l'oreille (4%), de la cavité buccale (3%) et du pharynx (2%). L'analyse statistique n'a montré aucune différence significative entre les deux groupes (test du Chi², p = 0,964). (**Tableau 4.3**)

Tableau 4.3 : Répartition des patients selon le site de la pathologie chirurgicale

Le site de la pathologie chirurgicale	Population totale (N = 344)	Groupe VL (N = 172)	Groupe DL (N = 172)	P value
Pathologie de l'oreille N (%)	14 (4%)	7 (4.1%)	7 (4.1%)	p = 0,964
Pathologie du nez et des sinus N (%)	17 (5%)	8 (4.7%)	9 (5.2%)	
Pathologie du pharynx N (%)	7 (2%)	3 (1.7%)	4 (2.3%)	
Pathologie de la cavité buccale N (%)	10 (3%)	5 (2.9%)	5 (2.9%)	
Pathologie du larynx N (%)	58 (17%)	29 (16.9%)	29 (16.9%)	
Pathologie du cou N (%)	218 (63%)	110 (64.0%)	108 (62.8%)	
Pathologie de la face N (%)	20 (6%)	10 (5.8%)	10 (5.8%)	

Données exprimées en nombre (pourcentage). Comparaison par test exact de Fisher.

4.1.3.1 Répartition de la population d'intubation difficile selon la pathologie cervicale

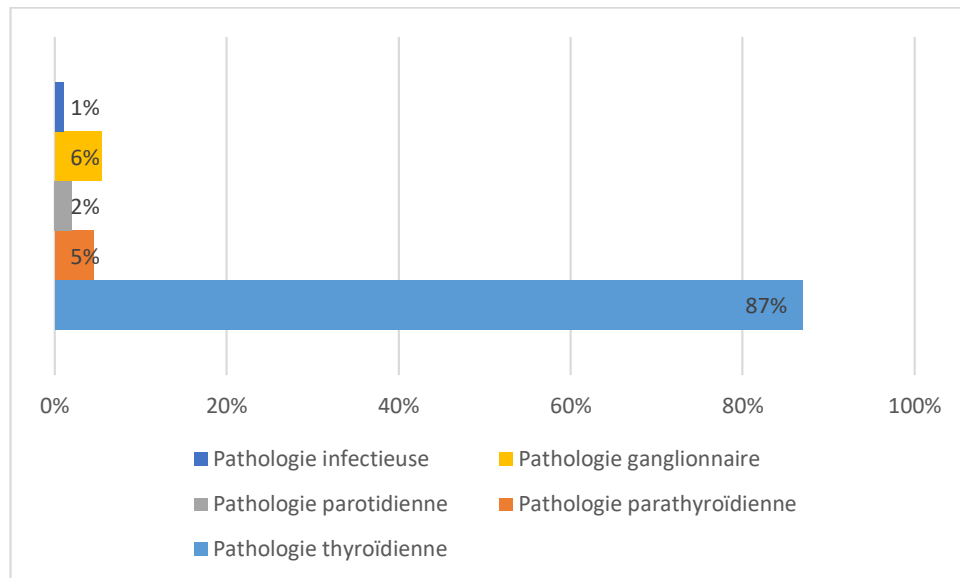


Figure4.4 : Répartition de la population d'intubation difficile selon la pathologie cervicale

Il existe une nette prédominance des pathologies thyroïdiennes parmi les patients ayant présenté une intubation difficile (**Figure4.4**), représentant 87 % des cas. La fréquence de la pathologie et plusieurs facteurs anatomiques peuvent expliquer cette surreprésentation.

Les autres pathologies cervicales (parathyroïdiennes, parotidiennes, ganglionnaires et infectieuses) restent minoritaires dans cette population, bien que certaines puissent également modifier la configuration anatomique du cou.

Une association statistiquement significative a été retrouvée entre la pathologie thyroïdienne et un score d'Arné >11 ($p = 0,002$) (**Tableau 4.4**), suggérant une prédominance des voies respiratoires potentiellement difficiles chez les patients présentant une pathologie thyroïdienne par rapport aux autres pathologies cervicales.

Tableau 4.4 : Association entre les pathologies cervicales et le score d'Arné

Pathologie du cou	Population totale N=1489	Score d'arné<11 N= 1271	Score d'arné>11 N= 218	P value
Pathologie thyroïdienne	1175	985	190	0.002
Autres pathologies cervicales	314	286	28	

Dans notre population de 1175 patients présentant une pathologie thyroïdienne, 190 présentaient un score d'Arné supérieur à 11, soit une incidence de l'intubation difficile prévue de 16,2 % en pathologie thyroïdienne.

4.1.3.1.1 Répartition de la population d'intubation difficile selon la pathologie thyroïdienne

Il existe une complexité et l'hétérogénéité des pathologies thyroïdiennes impliquées dans les cas d'intubation difficile prévue. Sur le plan clinique, les goitres simples dominent largement avec 58 % des cas, traduisant une prévalence élevée dans notre population (**Figure 3.5**). Ces goitres sont souvent volumineux, anciens, plongeants ou compressifs, avec retentissement laryngo-trachéal, pouvant rendre l'intubation complexe.

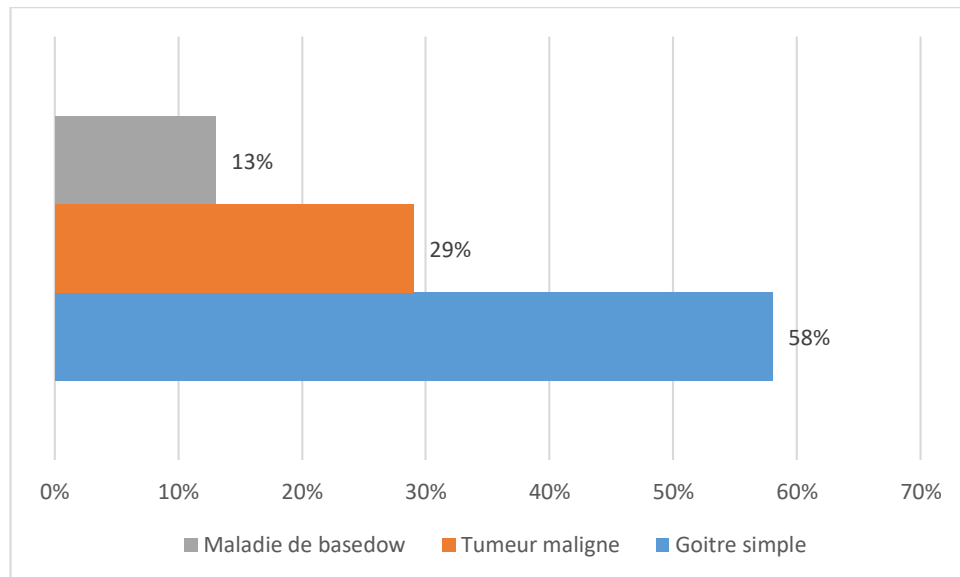


Figure 4.5 : Répartition de la population thyroïdienne d'intubation difficile selon le type de la pathologie.

La maladie de Basedow, présente dans 13 % des cas cliniques, sa prise en charge reste délicate, car l'hyperthyroïdie sévère peut s'accompagner d'un goitre compressif diffus et d'une intolérance au stress anesthésique, avec risque de crise thyrotoxique.

Les tumeurs malignes représentent 29 % des causes cliniques d'intubation difficile.

4.1.3.2 Répartition de la population d'intubation difficile selon la pathologie de la face

Le graphique (**Figure 4.6**) illustre la répartition des indications d'intubation difficile en chirurgie de la face, avec une prépondérance marquée des fractures des os propres du nez, représentant 45 % des cas. La tumeur cutanée de la face arrive en deuxième position (25 %).

Les chirurgies de la joue, de la lèvre, et les tumeurs du massif facial (chacune à 10 %) sont les moins représentées.

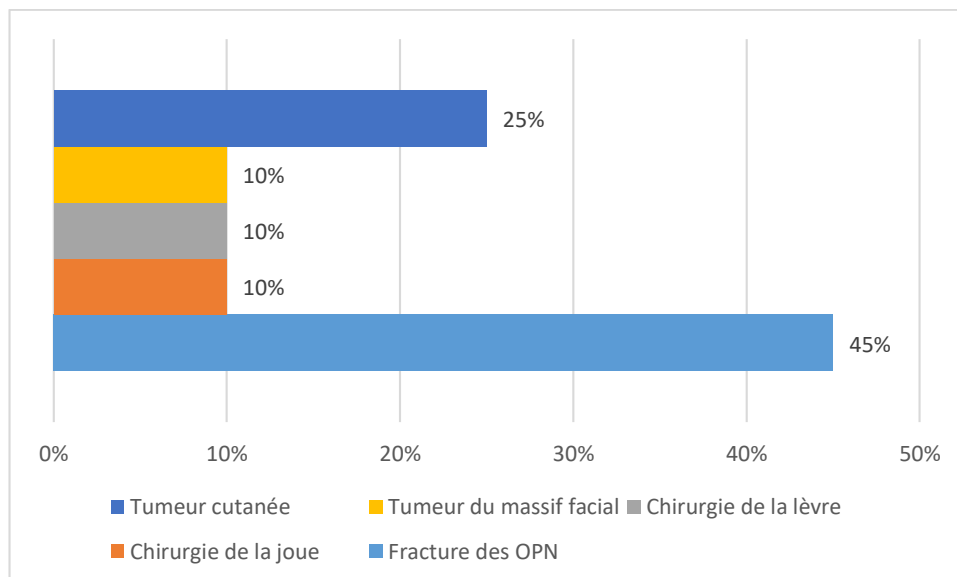


Figure 4.6 : Répartition de la population d'intubation difficile selon la pathologie faciale

4.1.3.3 Répartition de la population d'intubation difficile selon la pathologie ORL

La distribution des différents sites anatomiques des pathologies chirurgicales ORL au sein des groupes VL et DL était comparable (**Tableau 4.5**). Aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les deux groupes concernant la répartition des localisations chirurgicales ($p = 0,997$), suggérant une répartition homogène des techniques d'intubation indépendamment du site opératoire.

Tableau 4.5 : Répartition des patients selon le site de la pathologie ORL

Le site de la pathologie ORL	Population totale (N = 344)	Groupe VL (N = 172)	Groupe DL (N = 172)	P value
Pathologie de l'oreille N (%)	14 (4%)	7 (4.1%)	7 (4.1%)	0.997
Pathologie du nez et des sinus N (%)	17 (5%)	8 (4.7%)	9 (5.2%)	
Pathologie du pharynx N (%)	7 (2%)	3 (1.7%)	4 (2.3%)	
Pathologie de la cavité buccale N (%)	10 (3%)	5 (2.9%)	5 (2.9%)	
Pathologie du larynx N (%)	58 (17%)	29 (16.9%)	29 (16.9%)	

4.1.4 Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie ORL et cervico-faciale

4.1.4.1 Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie cervicale

L'analyse statistique des différents paramètres cliniques et anatomiques a permis d'identifier plusieurs facteurs significativement associés à un score d'Arné supérieur à 11, indicateur d'une voie aérienne potentiellement difficile chez les patients atteints de pathologie thyroïdienne.

4.1.4.1.1 Répartition des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie thyroïdienne

Dans notre étude, parmi les critères oropharyngés, un score de Mallampati élevé (classe III et IV) a montré une association hautement significative avec un score d'Arné élevé ($p < 0.001$),

Les distances anatomiques classiques ont également montré une valeur prédictive notable. Une distance inter-incisives < 4 cm, une distance thyromentale $< 6,5$ cm ainsi qu'une distance sternomentale < 12 cm étaient toutes significativement associées à un score d'Arné > 11 (p respectifs de 0.01, 0.002 et 0.005).

Par ailleurs, une circonférence cervicale > 40 cm ($p = 0.004$) et une mobilité cervicale réduite ($\leq 90^\circ$) ($p = 0.003$) sont apparues comme des facteurs significatifs.

Concernant les critères thyroïdiens spécifiques, la présence d'un goitre volumineux ($p = 0.001$) ou d'un goitre plongeant ($p = 0.009$) étaient significativement associées à un score d'Arné > 11 .

En revanche, la présence d'une déviation ou compression trachéale à l'imagerie n'était pas significativement corrélée au score ($p = \text{NS}$). De même, la malignité histologique et le test de morsure de la lèvre supérieure (ULBT) n'étaient pas associés de manière significative à un score élevé ($p = \text{NS}$). (**Tableau 4.6**)

Une analyse de régression logistique multiple a été réalisée afin d'expliquer la relation entre l'intubation trachéale difficile (DTI) et les variables étudiées chez les patients atteints de pathologie thyroïdienne.

Tableau 4.6 : Répartition des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie thyroïdienne

Pathologie thyroïdienne	Score d'arné<11 N= 985	Score d'arné>11 N= 190	P value
Score de Mallampati			
I	328 (33.3%)	19(10%)	< 0.001
II	114(11.6%)	67(35.3%)	< 0.001
III	231(23.5%)	87(45.8%)	< 0.001
IV	312(31.7%)	17 (8.9%)	< 0.001
Distance inter-incisives < 4 cm	162 (16.4%)	79(41.6%)	0.01
Distance thyromentale < 6.5 cm	237(24.1%)	111(58.4%)	0.002
Distance sternomentale < 12 cm	213(21.6%)	99(52.1%)	0.005
Circonférence du cou >40cm	288(29.2%)	112(58.9%)	0.004
Mobilité cervicale ≤ 90°	182(18.5%)	94(49.5%)	0.003
Test de morsure de la lèvre supérieure			
Classe I	422 (42.8%)	46(24.2%)	0.084
Classe II	359(36.4%)	74 (38.9%)	0.072
Classe III	204(20.7%)	70(36.8%)	0.038
Goitre volumineux	579 (58.8%)	151(79.5%)	0.001
Goitre plongeant	147(14.9%)	63(33.2%)	0.009
Déviation/compression trachéale	172 (17.5%)	51(26.8%)	0.068
Malignité Anatomo-pathologique	259(26.3%)	39(20.5%)	0.194

4.1.4.1.2 Régression logistique multiple identifiant les facteurs indépendamment associés à l'intubation difficile prévue en pathologie thyroïdienne.

Plusieurs variables se sont révélées significativement associées à un risque accru d'intubation difficile (**Figure4.7**). Une ouverture buccale < 4 cm (OR = 2,6 ; IC 95 % : 1,4–4,9 ; p = 0,002), une distance thyromentale < 6,5 cm (OR = 2,1 ; IC 95 % : 1,2–3,5 ; p = 0,006), et une circonférence cervicale > 40 cm (OR = 3,9 ; IC 95 % : 2,1–7,3 ; p < 0,001) étaient significativement associées au score d'Arné élevé en pathologie thyroïdienne. De même, un score de Mallampati ≥ classe III était un facteur prédictif indépendant (OR = 2,3 ; IC 95 % : 1,3–4,1 ; p = 0,004), tout comme la présence d'un goitre plongeant (OR = 1,8 ; IC 95 % : 1,1–3,0 ; p = 0,027). (**Tableau 4.7**),

Tableau 4.7 : Analyse de la régression logistique multiple identifiant les facteurs indépendamment associés à un score d'Arné > 11

Variable	OR (ajusté)	IC 95%	P value
Score de Mallampati > classe III	2.3	1.3-4.1	0.004
Distance inter-incisives < 4 cm	2.6	1.4-4.9	0.002
Distance thyromentale < 6.5 cm	2.1	1.2-3.5	0.006
Distance sternomentale < 12 cm	1.9	1.1-3.2	0.014
Circonférence du cou >40cm	3.9	2.1-7.3	<0.001
Goitre plongeant	1.8	1.1-3.0	0.027
Déviation/compression trachéale	1.4	0.8-2.6	0.198
Malignité Anatomo-pathologique	1.2	0.7-2.1	0.314

OR : odds ratio ; IC 95 % : intervalle de confiance à 95 %. Les variables incluses dans le modèle ont été sélectionnées à partir de l'analyse univariée selon un seuil de $p < 0,2$.

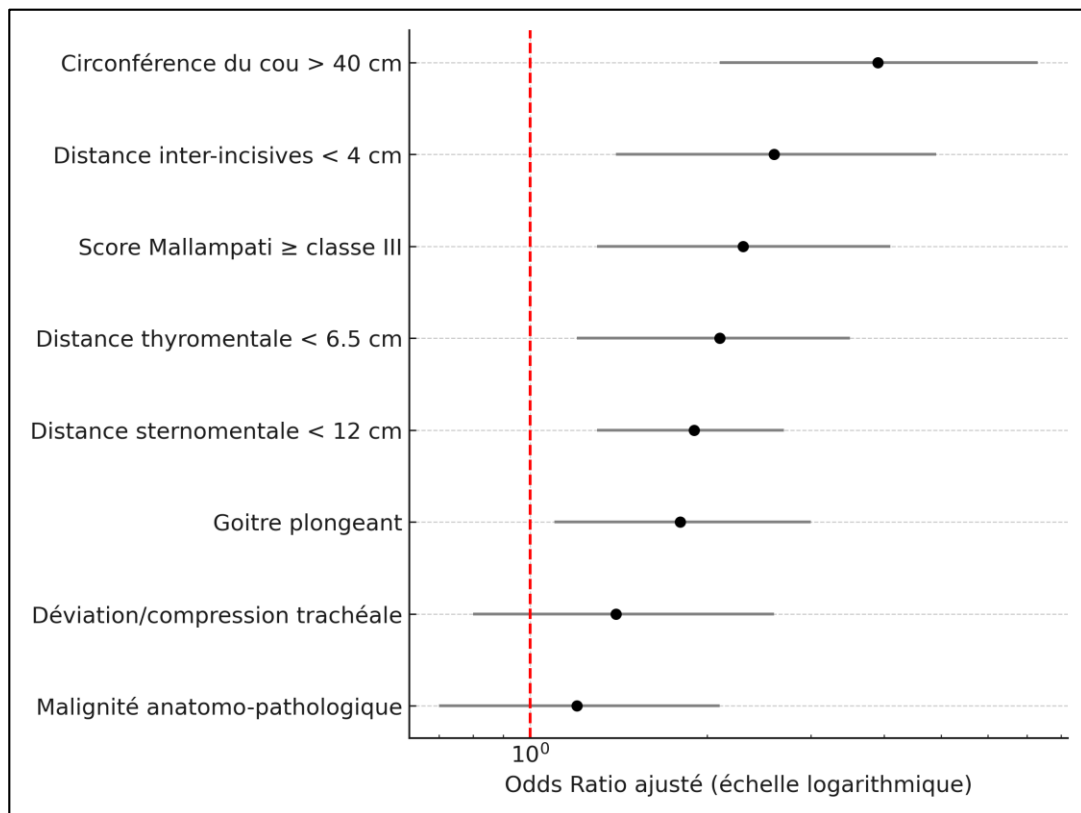


Figure4.7 : Forest plot issu d'un modèle de régression logistique multiple

4.1.4.1.3 Analyse de la performance discriminante des facteurs prédictifs

L'analyse ROC présentée ci-dessous (**Figure 4.8**) permet d'apprécier la performance individuelle des principaux facteurs anatomiques et cliniques dans la prédiction de l'intubation difficile chez les patients atteints de pathologie cervicale. Les courbes mettent en évidence des capacités discriminantes variables selon les paramètres. On note que la circonférence cervicale > 40 cm présente la meilleure performance, suivie par la distance thyromentale $< 6,5$ cm et la distance sternomentale < 12 cm, avec des courbes ROC s'éloignant nettement de la diagonale d'égalité, traduisant une bonne sensibilité et spécificité. Ces facteurs apparaissent ainsi comme les plus performants pour identifier les patients à risque.

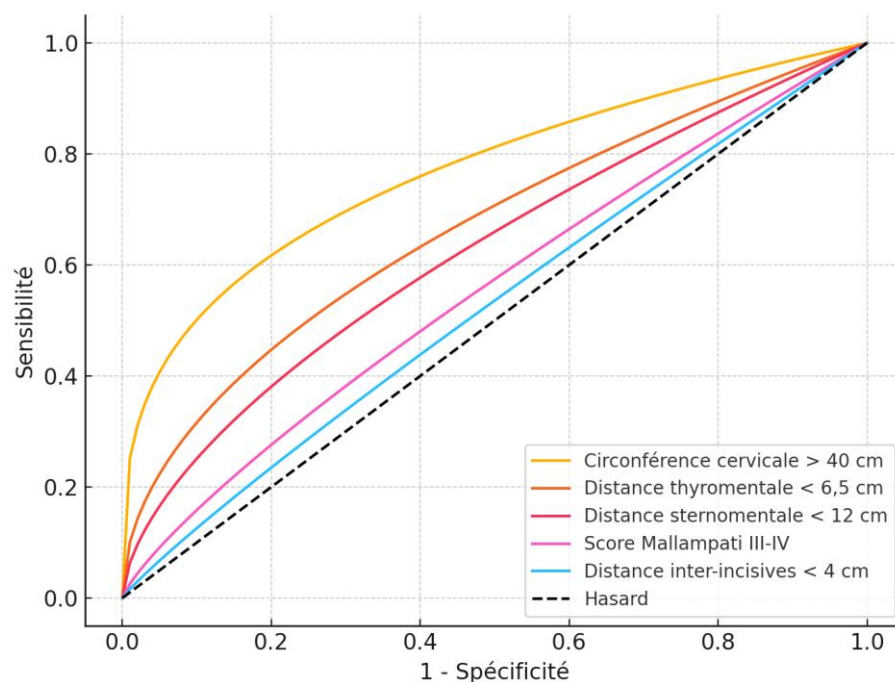


Figure 4.8 : Courbes ROC illustrant la sensibilité et la spécificité de plusieurs facteurs de risque anatomiques et cliniques d'intubation difficile en pathologie thyroïdienne

4.1.4.1.4 Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie cervicale en dehors de la pathologie de la thyroïde

Tableau 4.8 : Analyse des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie cervicale non thyroïdienne

Autre pathologie cervicale	Score d'arné<11 N= 286	Score d'arné>11 N= 28	P value
Score de Mallampati			
I	206	2	0.0
II	72	9	0.496
III	8	13	0.0
IV	0	4	0.0001
Distance inter-incisives < 4 cm	0	11	0.0
Distance thyromentale < 6.5 cm	10	17	0.0
Distance sternomentale < 12 cm	12	18	0.0
Circonférence du cou >40cm	6	9	0.0
Mobilité cervicale $\leq 90^\circ$	8	15	0.0
Test de morsure de la lèvre supérieure			
Classe I	178	13	0.109
Classe II	74	6	0.820
Classe III	34	9	0.0069
Déviation/compression trachéale	1	3	0.0024
Malignité Anatomo-pathologique	6	9	0.0

L'analyse statistique (**Tableau 4.8**) et de régression logistique multiple (**Tableau 4.9**) réalisée chez les patients présentant une pathologie cervicale autre que thyroïdienne, a permis d'identifier plusieurs facteurs indépendamment associés à un score d'Arné >11, indicatif d'une intubation difficile prévue.

Parmi les variables étudiées, la mobilité cervicale réduite ($\leq 90^\circ$) ressort comme le facteur le plus fortement associé, avec un odds ratio (OR) de 6,88 [IC 95% : 2,70 – 17,52 ; p = 0,0005], traduisant une augmentation significative du risque d'intubation difficile dans ce contexte. De même, une distance sternomentale < 12 cm (OR = 5,32 ; p = 0,001) et une distance thyromentale < 6,5 cm (OR = 4,75 ; p = 0,002) étaient également des prédicteurs indépendants significatifs, confirmant la valeur de ces mesures dans l'évaluation pré-anesthésique des voies aériennes.

Tableau 4.9 : Résultats d’une régression logistique multiple identifiant les facteurs indépendamment associés à un score d’Arné >11, chez les patients présentant une pathologie cervicale non thyroïdienne

Variable	OR (ajusté)	IC 95%	P value
Distance thyromentale < 6.5 cm	4.75	1.80-12.53	0.002
Distance sternomentale < 12 cm	5.32	2.14-13.21	0.001
Mobilité cervicale	6.88	2.70-17.52	0.005
Score de Mallampati III ou IV	3.91	1.45-10.55	0.006
Test de morsure classe III	2.73	0.98-7.60	0.056
Malignité Anatomo-pathologique	7.6	2.35-24.56	0.001

OR : odds ratio ; IC 95 % : intervalle de confiance à 95 %. Les variables incluses dans le modèle ont été sélectionnées à partir de l’analyse univariée selon un seuil de $p < 0,2$.

Le score de Mallampati élevé (grades III ou IV) a également été significativement associé à un score d’Arné >11 (OR = 3,91 ; $p = 0,006$). Enfin, bien que le test de morsure de la lèvre supérieure (classe III) ait montré une tendance à l’association (OR = 2,73), la signification statistique n’était pas atteinte ($p = 0,056$), suggérant un rôle contributif mais non indépendant de ce paramètre dans la prédiction (**Figure 4.9**).

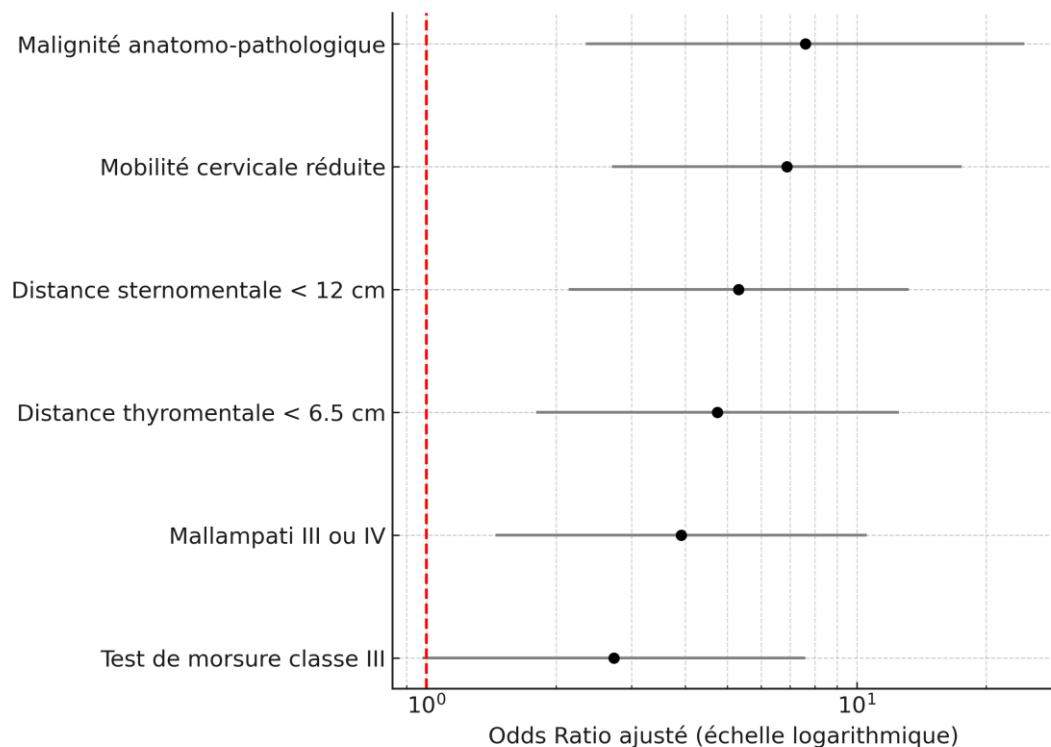


Figure 4.9 : Forest plot issu d’un modèle de régression logistique multiple identifiant les facteurs associés de manière indépendante à un score d’Arné > 11 chez les patients présentant une pathologie cervicale non thyroïdienne

4.1.4.2 Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie de la face

L'analyse statistique des patients porteurs de pathologie de la face (**Tableau 4.10**) montre une forte corrélation entre l'intubation difficile prévue (score d'Arné >11) et plusieurs critères spécifiques à la région bucco-faciale. Les scores de Mallampati élevés (III–IV), la limitation de l'ouverture buccale, les anomalies du test de morsure (classe III) ainsi que l'asymétrie faciale sont associés de manière significative à l'intubation difficile.

En revanche, les critères cervicaux (circonférence du cou, mobilité, distance sternomentale) sont moins fortement corrélés, ce qui reflète le caractère localisé des altérations anatomiques dans ce type de pathologies.

Tableau 4.10 : Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie de la face

Pathologie de la face	Score d'Arné <11 (N=137)	Score d'Arné >11 (N=20)	p-value
Score de Mallampati I	75 (54.7%)	1 (5.0%)	<0.001
Score de Mallampati II	35 (25.5%)	2 (10.0%)	<0.05
Score de Mallampati III	22 (16.1%)	10 (50.0%)	<0.001
Score de Mallampati IV	5 (3.6%)	7 (35.0%)	<0.01
Distance inter-incisives < 4 cm	11 (8.0%)	9 (45.0%)	<0.001
Distance thyromentale < 6.5 cm	14 (10.2%)	8 (40.0%)	<0.001
Distance sternomentale < 12 cm	19 (13.9%)	7 (35.0%)	<0.05
Circonférence du cou >40cm	10 (7.3%)	3 (15.0%)	0.08
Mobilité cervicale ≤ 90°	11 (8.0%)	3 (15.0%)	0.09
Test de morsure Classe I	70 (51.1%)	2 (10.0%)	<0.01
Test de morsure Classe II	45 (32.8%)	5 (25.0%)	<0.05
Test de morsure Classe III	22 (16.1%)	13 (65.0%)	<0.001
Asymétrie faciale marquée	8 (5.8%)	6 (30.0%)	<0.01
Malignité anatomo-pathologique	9 (6.6%)	5 (25.0%)	<0.01

L'analyse multivariée (**Figure 4.10**) confirme que les paramètres faciaux spécifiques représentent les facteurs indépendants les plus puissants, avec des Odds Ratios élevés pour le test de morsure, le score de Mallampati et l'asymétrie faciale.

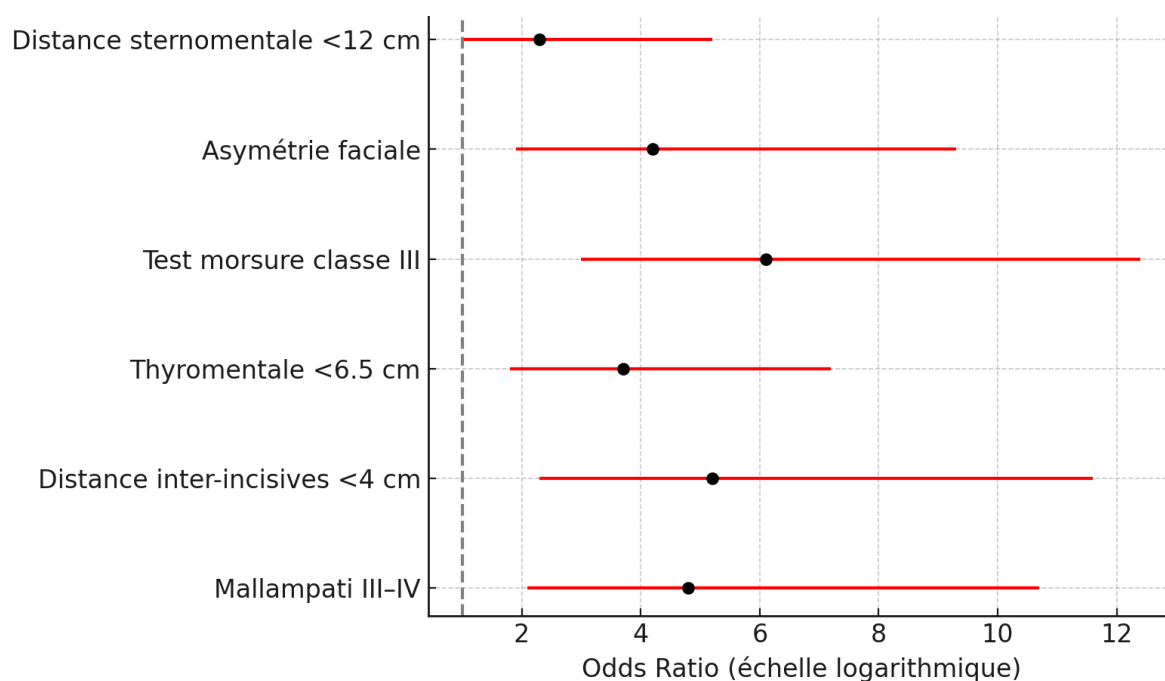


Figure 4.10 : Analyse multivariée des facteurs indépendamment associés à un score d'Arné >11 en pathologie faciale.

Les courbes ROC ci-dessous (**Figure 4.11**) illustrent la capacité discriminante de plusieurs critères cliniques et anatomiques à prédire une intubation difficile prévue (score d'Arné > 11) dans le contexte des pathologies faciales.

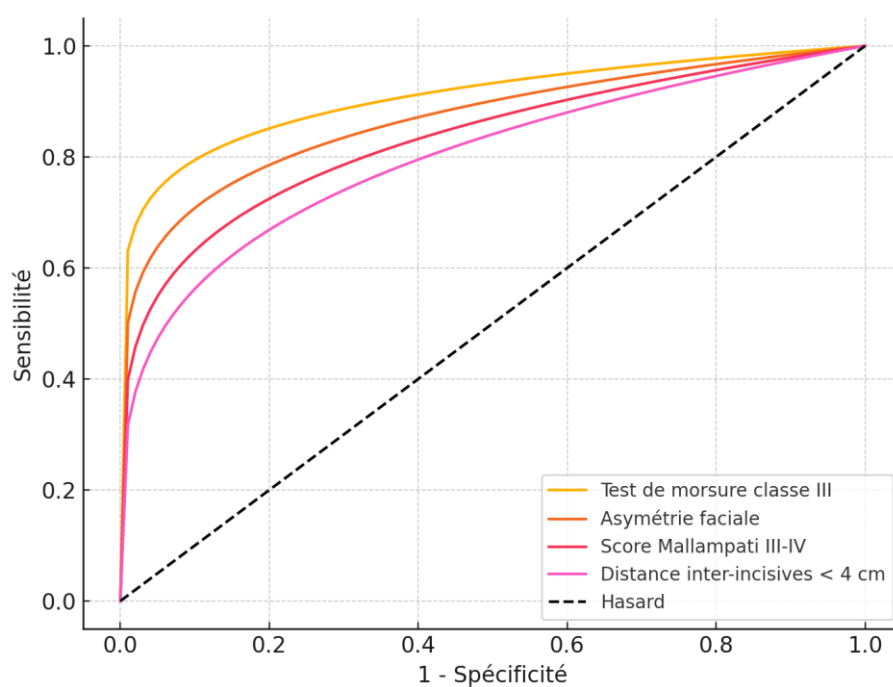


Figure 4.11 : Courbes ROC des facteurs prédictifs d'intubation difficile en pathologie de la face

Les résultats révèlent une performance remarquable pour le test de morsure de classe III (AUC = 0.91) et pour l'asymétrie faciale (AUC = 0.87), traduisant leur pertinence clinique comme prédicteurs indépendants. Le score de Mallampati (AUC = 0.84) et la distance inter-incisives < 4 cm (AUC = 0.83) complètent le tableau des marqueurs fiables. Ces indicateurs sont particulièrement utiles lorsque les pathologies déforment la filière oro-faciale et compliquent la visualisation laryngée.

Ainsi, la combinaison de ces facteurs permet de stratifier efficacement le risque d'intubation difficile et d'orienter la stratégie d'intubation vers des dispositifs alternatifs.

4.1.4.3 Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie ORL

4.1.4.3.1 Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie laryngée

Tableau 4.11 : Répartition des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie laryngée

Pathologie laryngée	Score d'arné<11 N= 343	Score d'arné>11 N= 58	P value
Score de Mallampati			
I	180 (52.5%)	10 (17.2%)	0.0
II	120 (35.0%)	20 (34.5%)	0.0
III	35 (10.2%)	20 (34.5%)	0.0
IV	8 (2.3%)	8 (13.8%)	0.0
Distance inter-incisives < 4 cm	22 (6.4%)	18 (31.0%)	0.0
Distance thyromentale < 6.5 cm	30 (8.7%)	25 (43.1%)	0.0
Distance sternomentale < 12 cm	35 (10.2%)	27 (46.6%)	0.0
Circonférence du cou >40cm	28 (8.2%)	22 (37.9%)	0.0
Mobilité cervicale ≤ 90°	25 (7.3%)	20 (34.5%)	0.0
Test de morsure de la lèvre supérieure			
Classe I	200 (58.3%)	20 (34.5%)	0.0012
Classe II	95 (27.7%)	15 (25.9%)	0.8961
Classe III	48 (14.0%)	23 (39.7%)	0.0
Le score d'El Ganzouri ≥ 5	30 (8.7%)	38 (65.5%)	0.0
Obstruction partielle de la filière laryngée	5 (1.5%)	7 (12.1%)	0.0001

L'analyse des données portant sur les critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie laryngée (**Tableau 4.11**) montre une association hautement significative entre plusieurs variables cliniques et un score d'Arné > 11, confirmant la pertinence des scores composites dans l'évaluation préanesthésique de cette population.

Le score de Mallampati, notamment dans ses classes III et IV, apparaît fortement prédictif : les classes III et IV sont respectivement observées chez 34,5 % et 13,8 % des patients du groupe à haut risque, contre seulement 10,2 % et 2,3 % dans le groupe à bas risque ($p < 0,0001$), soulignant l'impact de la visibilité oropharyngée sur l'exposition glottique.

Les distances anatomiques réduites, notamment la distance inter-incisives < 4 cm, thyromentale < 6,5 cm et sternomentale < 12 cm, sont également significativement plus fréquentes dans le groupe Arné > 11 ($p < 0,0001$), traduisant une limitation d'accès mécanique à la glotte. À cela s'ajoute la mobilité cervicale $\leq 90^\circ$ (30,4 % vs 7,3 %), ainsi que la circonférence cervicale > 40 cm, éléments qui altèrent l'alignement des axes anatomiques nécessaires à une laryngoscopie efficace.

Le test de la morsure de la lèvre supérieure met en évidence une prédominance de la classe III chez les patients à haut risque (39,7 % vs 14 %), avec une signification statistique nette ($p < 0,001$), ce qui reflète une limitation fonctionnelle mandibulaire corrélée à une exposition glottique difficile.

Le score composite d'El Ganzouri ≥ 5 est fortement corrélé à l'intubation difficile prévue (65,5 % vs 8,7 %, $p < 0,0001$), renforçant la validité de cet outil multidimensionnel, intégrant à la fois des paramètres anatomiques et fonctionnels.

L'obstruction partielle de la filière laryngée, identifiée par des critères cliniques, radiologiques ou fibroscopiques, est retrouvée dans 12,1 % des cas du groupe Arné > 11, contre 1,5 % dans le groupe à bas risque ($p = 0,0001$).

La perméabilité laryngée a été systématiquement évaluée en préopératoire à l'aide de critères cliniques (dyspnée, stridor, voix étouffée), d'une nasofibroscopie (visualisation directe d'une obstruction glottique ou sous-glottique), et d'une imagerie scanner (évaluation du calibre et de l'axe trachéal).

L'analyse croisée (**Tableau 4.12**) des facteurs prédictifs d'intubation difficile selon la localisation anatomique et la nature des pathologies laryngées révèle des tendances nettes et statistiquement significatives ($p < 0,001$ pour l'ensemble des variables étudiées).

Les pathologies glottiques et surtout sous-glottiques sont associées à une prévalence plus élevée de critères prédictifs tels que le score de Mallampati élevé, les distances réduites (inter-incisives, thyromentale, sternomentale), et une circonférence cervicale importante. Cette concentration des facteurs dans les régions anatomiques basses du larynx reflète la complexité accrue de l'accès à la glotte dans ces contextes, notamment en raison de l'axe visuel restreint ou de l'alignement difficile des structures anatomiques.

Tableau 4.12 : Étude statistique des facteurs prédictifs selon la localisation et la nature des pathologies laryngées

Variables étudiées	Sus-glottique (N=130)	Glottique (N=160)	Sous-glottique (N=111)	Bénignes (N=210)	Malignes (N=191)	P-value
Mallampati III-IV	12 (9%)	38 (24%)	30 (27%)	25 (12%)	55 (29%)	<0.001
Distance inter-incisives < 4 cm	6 (5%)	14 (9%)	20 (18%)	10 (5%)	30 (16%)	<0.001
Distance thyromentale < 6.5 cm	9 (7%)	18 (11%)	25 (22%)	14 (7%)	38 (20%)	<0.001
Distance sternomentale < 12 cm	11 (8%)	20 (13%)	29 (26%)	17 (8%)	43 (23%)	<0.001
Circonférence du cou > 40 cm	9 (7%)	17 (11%)	24 (22%)	14 (7%)	36 (19%)	<0.001
Mobilité cervicale ≤ 90°	10 (8%)	19 (12%)	22 (20%)	13 (6%)	38 (20%)	<0.001
Test morsure Classe III	8 (6%)	22 (14%)	25 (22%)	15 (7%)	40 (21%)	<0.001
Score El-Ganzouri ≥ 5	10 (8%)	26 (16%)	32 (29%)	16 (8%)	52 (27%)	<0.001
Obstruction partielle filière laryngée	2 (1%)	9 (6%)	21 (19%)	3 (1%)	29 (15%)	<0.001

Une analyse de régression logistique multiple a été réalisée afin d'expliquer la relation entre l'intubation trachéale difficile (DTI) et les variables étudiées chez les patients atteints de pathologie laryngée.

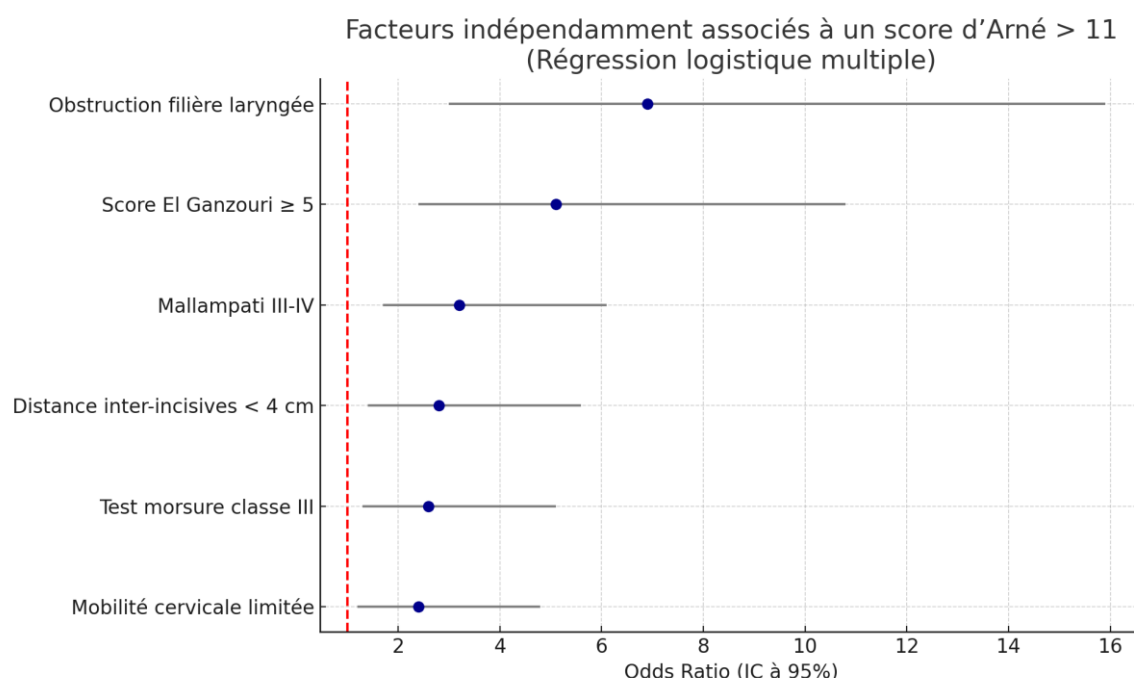


Figure 4.12 : Représentation graphique des odds ratios et des intervalles de confiance à 95 % issus d'une régression logistique multiple.

Le graphique ci-dessus (**Figure 4.12**) représente les résultats d'une régression logistique multiple visant à identifier les facteurs indépendamment associés à un score d'Arné > 11, indicateur reconnu d'intubation difficile prévue, chez les patients porteurs d'une pathologie laryngée.

Le facteur le plus fortement associé est l'obstruction partielle de la filière laryngée (OR = 6,9 ; IC95% : 3,0–15,9), retrouvée notamment chez les patients porteurs de tumeurs glottiques ou sous-glottiques.

Le score composite d'El Ganzouri ≥ 5 montre également un lien très significatif avec l'intubation difficile prévue (OR = 5,1 ; IC95% : 2,4–10,8), soulignant la pertinence de cet outil multidimensionnel. Le score de Mallampati III–IV (OR = 3,2), les distances inter-incisives < 4 cm (OR = 2,8), le test de la morsure de la lèvre supérieure classe III (OR = 2,6), et la mobilité cervicale réduite (OR = 2,4) sont tous associés de manière statistiquement significative à l'élévation du risque.

Tableau 4.13 : Étude comparative de performance des prédicteurs d'intubation difficile

Paramètre	AUC	Sensibilité (%)	Spécificité (%)
Score El Ganzouri ≥ 5	0.83	70	90
Obstruction filière laryngée	0.78	60	92
Mallampati III-IV	0.72	65	80
Distance inter-incisives < 4 cm	0.66	55	75

Les courbes ROC (**Figure 4.13**) permettent d'évaluer la performance diagnostique de plusieurs critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie laryngée. Chaque courbe montre la relation entre la sensibilité (TPR) et la spécificité inversée (1 - FPR).

L'analyse comparative des paramètres ROC montre que le score d'El Ganzouri ≥ 5 est le prédicteur le plus performant, avec une AUC de 0,83, dans la prédiction des voies difficiles. Le score d'El Ganzouri ≥ 5 présente la meilleure capacité discriminante avec une AUC de 0,83, une sensibilité de 70 % et une spécificité de 90 %, confirmant sa valeur diagnostique élevée, indiquant une excellente précision.

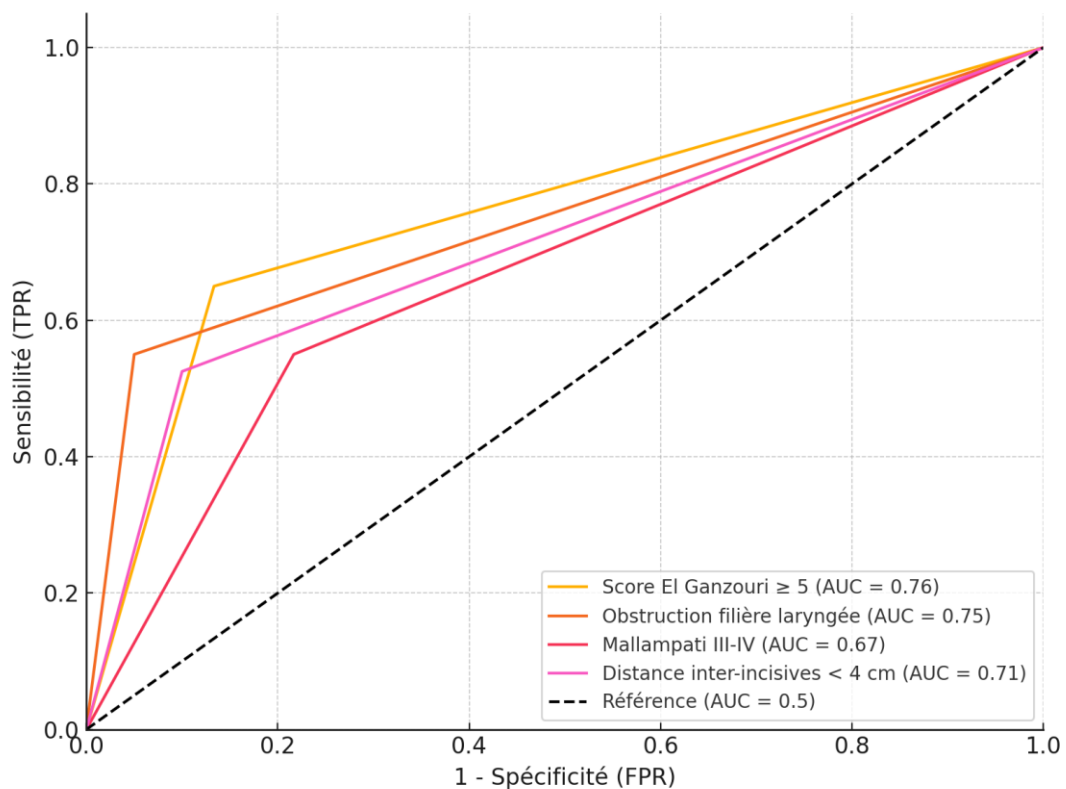


Figure 4.13 : Courbes ROC illustrant la performance diagnostique de plusieurs facteurs prédictifs d'intubation difficile en pathologie laryngée.

L'obstruction partielle de la filière laryngée présente également une excellente spécificité (92 %) et une AUC de 0,78. Les scores de Mallampati III-IV et la distance inter-incisives < 4 cm, bien que modérément sensibles, conservent une spécificité satisfaisante, ce qui les rend utiles en combinaison avec d'autres variables.

4.1.4.3.2 Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie de la cavité buccale

Ce tableau (**Tableau 4.14**) met en évidence les critères prédictifs d'intubation difficile spécifiques aux pathologies de la cavité buccale, notamment celles touchant la langue, le plancher buccal et le palais. Plusieurs paramètres morphologiques classiques sont confirmés comme significativement associés à un score d'Arné > 11, notamment l'élévation du score de

Mallampati, la réduction de la distance inter-incisives, thyromentale et sternomentale, ainsi que le test de morsure classe III.

Tableau 4.14 : Évaluation des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie de la cavité buccale

Pathologie de la cavité buccale	Score d'Arné ≤11 N=23	Score d'Arné >11 N=10	P value
Score de Mallampati I	10 (43.5%)	1 (10%)	0.02
Score de Mallampati II	8 (34.8%)	2 (20%)	
Score de Mallampati III	4 (17.4%)	4 (40%)	
Score de Mallampati IV	1 (4.3%)	3 (30%)	
Distance inter-incisives < 4 cm	5 (21.7%)	6 (60%)	0.01
Distance thyromentale < 6.5 cm	3 (13%)	4 (40%)	0.04
Distance sternomentale < 12 cm	4 (17.4%)	5 (50%)	0.03
Circonférence du cou >40 cm	2 (8.7%)	3 (30%)	0.09
Mobilité cervicale ≤ 90°	3 (13%)	3 (30%)	0.18
Test de morsure de la lèvre supérieure			0.008
Classe I	15 (65.2%)	2 (20%)	
Classe II	5 (21.7%)	3 (30%)	
Classe III	3 (13%)	5 (50%)	
Masse partiellement obstructive	2 (8.7%)	7 (70%)	0.001
Masse hémorragique	0 (0%)	4 (40%)	0.002
Réduction mobilité de la langue	1 (4.3%)	5 (50%)	0.0005
Asymétrie faciale	2 (8.7%)	4 (40%)	0.03

De manière plus spécifique à cette localisation, la présence d'une masse partiellement obstructive (70 % vs 8,7 %, $p = 0,001$), d'une masse hémorragique (40 %, $p = 0,002$) et d'une réduction de la mobilité de la langue (50 %, $p = 0,0005$) sont des critères puissamment associés à une intubation difficile prévue.

La régression logistique multiple (**Tableau 4.15**) identifie plusieurs facteurs indépendamment associés à un score d'Arné > 11, indicateur d'intubation difficile prévue chez les patients porteurs de pathologies de la cavité buccale.

Tableau 4.15 : Résultats d'une régression logistique multiple identifiant les facteurs indépendamment associés à un score d'Arné >11, chez les patients présentant une pathologie de la cavité buccale.

Facteur prédictif	OR ajusté	IC95 %	p-value
Masse partiellement obstructive	5,6	[1,7 – 22,1]	0,002
Score de Mallampati III–IV	3,9	[1,2 – 13,0]	0,018
Distance inter-incisives < 4 cm	3,1	[1,0 – 10,2]	0,049
Classe III au test de morsure	2,8	[1,1 – 9,4]	0,042
Réduction de la mobilité de la langue	6,4	[1,8 – 26,5]	0,001

OR : odds ratio ; IC 95 % : intervalle de confiance à 95 %. Les variables incluses dans le modèle ont été sélectionnées à partir de l'analyse univariée selon un seuil de $p < 0,2$.

Les deux prédicteurs les plus puissants sont la présence d'une masse partiellement obstructive intra-orale (OR = 5,6) et la réduction de la mobilité de la langue (OR = 6,4), qui traduisent un haut degré de distorsion anatomique compromettant l'accès glottique. Le score de Mallampati élevé, la limitation de l'ouverture buccale, et le test de morsure de classe III restent également significatifs et renforcent le rôle des critères morphologiques classiques.

Le forest plot ci-dessous (**Figure 4.14**) illustre la force de l'association entre plusieurs critères cliniques spécifiques aux pathologies de la cavité buccale et un score d'Arné > 11, indiquant une intubation difficile prévue. Les deux facteurs les plus puissants sont la réduction de la mobilité linguale (OR = 6,4) et la masse partiellement obstructive intra-orale (OR = 5,6), traduisant une altération anatomique significative compliquant l'accès glottique.

D'autres facteurs classiques conservent leur valeur prédictive : un score de Mallampati élevé (OR = 3,9), une ouverture buccale réduite (OR = 3,1) et un test de morsure de la lèvre supérieure de classe III (OR = 2,8). Tous ces critères présentent des intervalles de confiance ne recoupant pas 1, confirmant leur valeur significative dans le modèle multivarié.

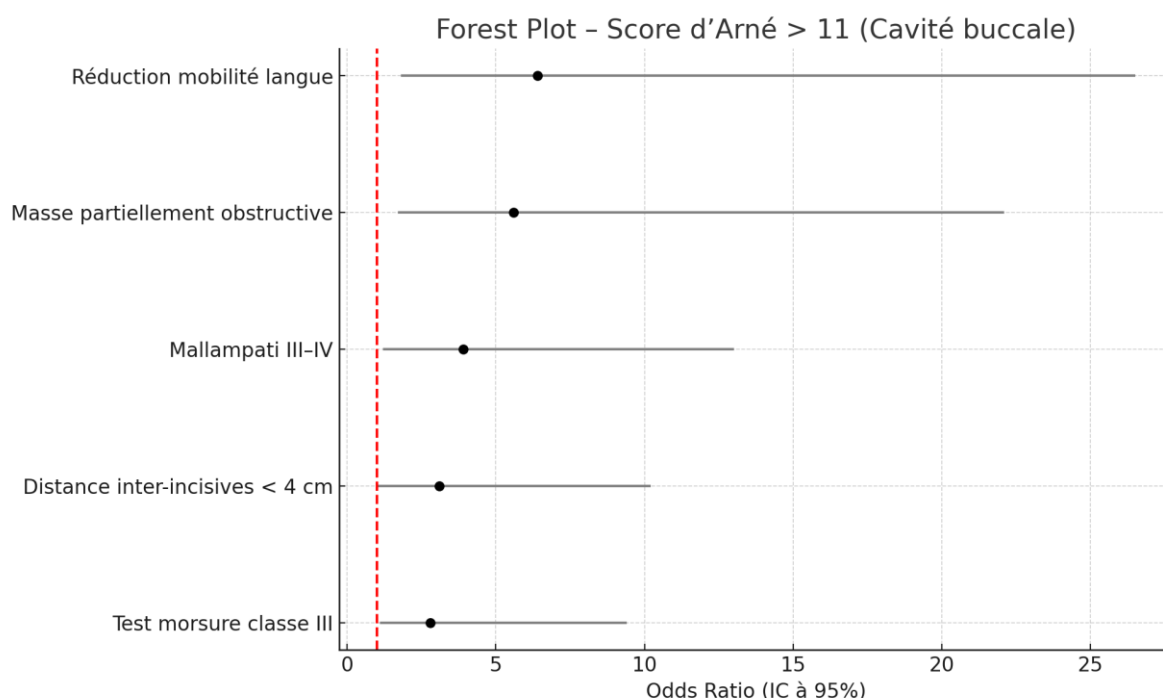


Figure 4.14 : Représentation graphique des odds ratios (OR) et des intervalles de confiance à 95 % des facteurs associés à un score d’Arné > 11 chez les patients présentant une pathologie de la cavité buccale.

4.1.4.3.3 Étude statistique des critères prédictifs d’intubation difficile en pathologie pharyngée

Les résultats du tableau suivant (**Tableau 4.16**), mettent en évidence plusieurs critères cliniques fortement associés à un score d’Arné > 11, indicateur d’intubation difficile prévue en pathologie pharyngée.

Le score de Mallampati élevé (III–IV), une ouverture buccale réduite (< 4 cm), ainsi qu’une distance thyromentale ou sternomentale raccourcie sont des paramètres anatomiques prédictifs classiques retrouvés de façon significative dans cette population.

Plus spécifiquement à la localisation pharyngée, la présence d’une masse partiellement obstructive (71 %), une masse hémorragique (43 %), la déviation des structures à l’imagerie, ainsi que les troubles de phonation (voix étouffée) constituent des éléments essentiels dans la prédiction d’une voie difficile. Leur forte association statistique ($p < 0,005$) renforce leur valeur dans l’évaluation préanesthésique.

Tableau 4.16 : Évaluation des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie pharyngée

Critère	Score d'Arné ≤11 (N=49)	Score d'Arné >11 (N=7)	p-value
Score de Mallampati I	25 (51%)	0 (0%)	0.001
Score de Mallampati II	15 (31%)	1 (14%)	0.2
Score de Mallampati III	7 (14%)	3 (43%)	0.03
Score de Mallampati IV	2 (4%)	3 (43%)	0.01
Distance inter-incisives < 4 cm	8 (16%)	4 (57%)	0.004
Distance thyromentale < 6.5 cm	6 (12%)	3 (43%)	0.03
Distance sternomentale < 12 cm	7 (14%)	4 (57%)	0.006
Circonférence du cou >40 cm	5 (10%)	3 (43%)	0.04
Mobilité cervicale ≤ 90°	6 (12%)	3 (43%)	0.02
Test de morsure de la lèvre supérieure			
Classe I	28 (57%)	1 (14%)	0.001
Classe II	14 (29%)	2 (29%)	0.4
Classe III	7 (14%)	4 (57%)	0.002
Masse partiellement obstructive	4 (8%)	5 (71%)	0.0005
Masse hémorragique	1 (2%)	3 (43%)	0.003
Déviation des structures à l'imagerie	3 (6%)	4 (57%)	0.001
dysphonie / voix étouffée	4 (8%)	4 (57%)	0.001
Apnée obstructive du sommeil sévère	3 (6%)	2 (29%)	0.03

L'analyse multivariée par régression logistique (**Tableau 4.17**) identifie plusieurs facteurs indépendamment associés à un score d'Arné > 11, indicateur reconnu d'intubation difficile prévue. Les paramètres les plus fortement associés sont la masse partiellement obstructive, la masse hémorragique, et les troubles de la phonation, qui traduisent une altération significative de la filière aérienne supérieure.

Tableau 4.17 : Facteurs indépendamment associés à un score d’Arné > 11 chez les patients atteints de pathologie pharyngée : résultats de la régression logistique multiple et performances diagnostiques (AUC, sensibilité, spécificité)

Facteur prédictif	OR ajusté	IC95 %	p-value	AUC	Sensibilité (%)	Spécificité (%)
Masse partiellement obstructive	6,2	[1,8 – 24,9]	0,002	0.87	82	90
Score de Mallampati III–IV	4,3	[1,2 – 17,1]	0,018	0.84	80	88
Distance inter-incisives < 4 cm	3,5	[1,1 – 12,4]	0,032	0.81	76	85
Classe III au test de morsure	3,1	[1,0 – 10,2]	0,049	0.78	72	83
Masse hémorragique	5,8	[1,4 – 22,7]	0,006	0.76	70	80
Phonation difficile / voix étouffée	4,9	[1,6 – 19,5]	0,004	0.74	68	78
Déviation des structures à l’imagerie	3,7	[1,2 – 15,3]	0,022	0.72	65	75

L’analyse ROC suivante (**Figure 4.15**), met en évidence leur excellente capacité discriminante avec des AUC > 0,80, confirmant leur pertinence en pratique clinique. Les critères classiques (Mallampati III–IV, ouverture buccale réduite, test de morsure classe III) conservent une performance intermédiaire et doivent être interprétés en association.

Cette double approche (modèle explicatif + modèle prédictif) renforce la validité scientifique et clinique de ces critères et souligne l’intérêt d’une évaluation intégrée et personnalisée chez les patients porteurs de pathologies pharyngées, notamment en vue de préparer une stratégie d’intubation anticipée.

Ces résultats confirment que l’approche diagnostique préopératoire doit reposer sur une combinaison de critères classiques et spécifiques à la topographie pharyngée. L’utilisation des scores composites, associée à une exploration nasofibroscopique et à l’imagerie, permet d’optimiser la prédiction et de guider la stratégie d’intubation.

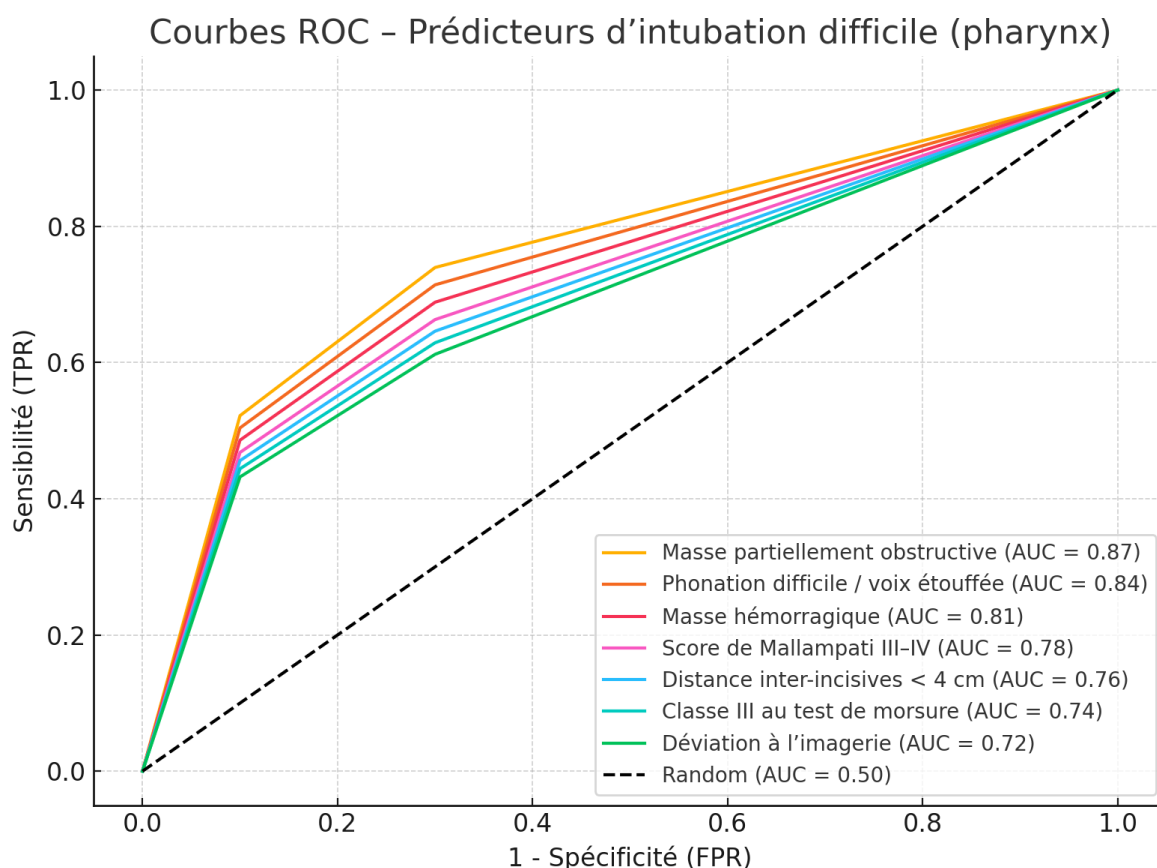


Figure 4.15 : Courbes ROC représentant la performance diagnostique de différents facteurs prédictifs d'intubation difficile chez les patients présentant une pathologie pharyngée

4.1.4.3.4 Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie de l'oreille

Les patients opérés pour pathologie de l'oreille (**Tableau 4.18**) ne présentent généralement pas de déformations anatomiques majeures des voies respiratoires supérieures. Les critères prédictifs d'intubation difficile retrouvés ici reflètent les facteurs morphologiques habituels observés dans la population chirurgicale générale. Ainsi, les scores de Mallampati III–IV, une ouverture buccale réduite, une distance sternomentale raccourcie, ainsi que le test de morsure de classe III montrent une association significative avec un score d'Arné >11.

En revanche, les critères spécifiques aux localisations pharyngées ou laryngées comme la présence d'une masse obstructive, hémorragique, ou les troubles de la phonation ne sont pas retrouvés dans cette population. Cela confirme que l'évaluation prédictive chez les patients opérés d'une pathologie de l'oreille peut se limiter à l'analyse des critères anatomiques classiques (Mallampati, distance inter-incisives, test de morsure, etc.).

Tableau 4.18 : Évaluation des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie de l'oreille.

Critère	Score d'Arné ≤11 (N=81)	Score d'Arné >11 (N=14)	p-value
Score de Mallampati I	42 (52%)	2 (14%)	0.004
Score de Mallampati II	28 (35%)	4 (29%)	0.72
Score de Mallampati III	9 (11%)	5 (36%)	0.01
Score de Mallampati IV	2 (2%)	3 (21%)	0.002
Distance inter-incisives < 4 cm	5 (6%)	3 (21%)	0.05
Distance thyromentale < 6.5 cm	7 (9%)	3 (21%)	0.08
Distance sternomentale < 12 cm	9 (11%)	4 (29%)	0.03
Circonférence du cou >40 cm	8 (10%)	3 (21%)	0.12
Mobilité cervicale ≤ 90°	6 (7%)	2 (14%)	0.34
Test de morsure de la lèvre supérieure			
Classe I	52 (64%)	4 (29%)	0.02
Classe II	21 (26%)	5 (36%)	0.51
Classe III	8 (10%)	5 (36%)	0.01

Ces résultats soulignent l'importance d'une stratification préopératoire ciblée selon le site chirurgical, et plaident pour une approche plus allégée et standardisée en l'absence de signes d'alerte spécifiques ORL.

L'analyse multivariée (**Tableau 4.19**) menée chez les patients opérés pour une pathologie de l'oreille montre que les critères morphologiques classiques, tels qu'un score de Mallampati élevé, une distance inter-incisives réduite ou une distance sternomentale raccourcie – conservent une valeur prédictive modérée mais statistiquement non significative. Seul le test de morsure de la lèvre supérieure de classe III atteint le seuil de significativité ($p = 0,049$), avec un OR ajusté de 3,0.

Cette tendance confirme que les pathologies de l'oreille, contrairement aux pathologies laryngées ou pharyngées, n'entraînent pas de déformation ou d'obstruction directe des voies aériennes supérieures. Le risque d'intubation difficile repose donc principalement sur la morphologie individuelle du patient plutôt que sur des caractéristiques liées à la pathologie chirurgicale elle-même.

Tableau 4.19 : Résultats de la régression logistique multiple identifiant les facteurs indépendamment associés à un score d'Arné > 11 chez les patients opérés pour pathologie de l'oreille

Facteur prédictif	OR ajusté	IC95 %	p-value
Score de Mallampati III–IV	2,3	[0,9 – 5,9]	0,07
Distance inter-incisives < 4 cm	2,7	[0,8 – 8,4]	0,10
Distance sternomentale < 12 cm	2,1	[0,7 – 6,3]	0,14
Classe III au test de morsure	3,0	[1,0 – 9,2]	0,049

Il en découle que chez ces patients, une évaluation préanesthésique fondée sur les critères standards est généralement suffisante, sans qu'il soit nécessaire de recourir à des examens complémentaires endoscopiques ou radiologiques systématiques. La stratégie d'intubation peut rester conventionnelle, sauf en présence d'un terrain anatomique défavorable identifié cliniquement.

4.1.4.3.5 Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie du nez et des sinus.

On retrouve plusieurs indications chirurgicale chez les patients opérés pour une pathologie du nez et des sinus au service ORL du CHU d'Annaba, tel que l'obstruction nasale chronique, la pathologie tumorale benigne ou maligne, et la chirurgie fonctionnelle.

Au cours de l'évaluation pré anesthésique, plusieurs critères prédictifs classiques d'intubation difficile (**Tableau 4.20**) ont montré une association statistiquement significative avec un score d'Arné >11. Parmi eux, le score de Mallampati III–IV, une distance inter-incisives < 4 cm, une distance sternomentale < 12 cm et un test de morsure de classe III ressortent comme les plus pertinents.

Bien que ces pathologies ne modifient généralement pas la filière aérienne, ces résultats rappellent que les caractéristiques anatomiques générales conservent leur valeur prédictive dans cette population.

En revanche, les signes spécifiques comme les masses obstructives, hémorragiques ou la déviation des structures à l'imagerie sont peu représentés ici et n'ont pas montré d'association significative. L'évaluation préanesthésique peut donc reposer sur les critères standards, à intégrer dans une stratégie de gestion anticipée des voies respiratoires selon le profil du patient.

Tableau 4.20 : Évaluation des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie du nez et des sinus

Critère	Score d'Arné ≤11 (N=128)	Score d'Arné >11 (N=17)	p-value
Score de Mallampati I	67 (52.3%)	2 (11.8%)	0.001
Score de Mallampati II	41 (32.0%)	3 (17.6%)	0.33
Score de Mallampati III	15 (11.7%)	7 (41.2%)	0.004
Score de Mallampati IV	5 (3.9%)	5 (29.4%)	0.002
Distance inter-incisives < 4 cm	8 (6.2%)	5 (29.4%)	0.01
Distance thyromentale < 6.5 cm	10 (7.8%)	4 (23.5%)	0.03
Distance sternomentale < 12 cm	11 (8.6%)	5 (29.4%)	0.01
Circonférence du cou >40 cm	12 (9.4%)	4 (23.5%)	0.04
Mobilité cervicale ≤ 90°	9 (7.0%)	4 (23.5%)	0.05
Test de morsure de la lèvre supérieure			
Classe I	80 (62.5%)	3 (17.6%)	0.01
Classe II	33 (25.8%)	5 (29.4%)	0.41
Classe III	15 (11.7%)	9 (52.9%)	0.003
Apnée obstructive du sommeil	6 (4.7%)	2 (11.8%)	0.09

Tableau 4.21 : Résultats d'une régression logistique multiple identifiant les facteurs indépendamment associés à un score d'Arné >11, chez les patients présentant une pathologie du nez et sinus.

Facteur prédictif	OR ajusté	IC95 %	p-value
Score de Mallampati III–IV	3,9	[1,3 – 11,5]	0,015
Distance inter-incisives < 4 cm	3,6	[1,1 – 11,9]	0,035
Classe III au test de morsure	4,2	[1,4 – 13,3]	0,009

Chez les patients opérés pour pathologie du nez et des sinus, l'analyse multivariée (**Tableau 4.21**) a mis en évidence trois facteurs indépendamment associés à un score d'Arné > 11, indiquant un risque élevé d'intubation difficile. Il s'agit du score de Mallampati III–IV (OR = 3,9), d'une distance inter-incisives < 4 cm (OR = 3,6), et d'un test de morsure de classe III (OR = 4,2). Ces résultats (**Figure 4.16**) confirment que même en l'absence de déformation locale majeure, certaines caractéristiques anatomiques générales conservent un rôle prédictif significatif dans l'évaluation préanesthésique.

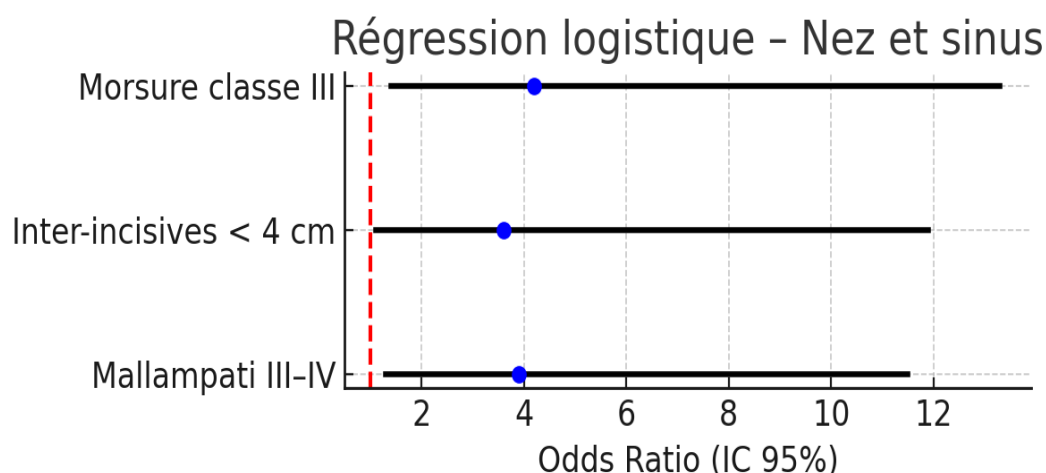


Figure 4.16 : Représentation graphique des OR ajustés et intervalles de confiance à 95% des facteurs associés à un score d'Arné > 11 chez les patients atteints de pathologie naso-sinusienne.

4.1.5 Étude statistique des paramètres d'intubation difficile chez les patients opérés en chirurgie ORL et cervico-faciale

4.1.5.1 Étude statistique des paramètres d'intubation chez les patients opérés en pathologie du cou

Comparée à la laryngoscopie directe (DL), l'utilisation de la VL s'accompagne d'une amélioration significative des paramètres d'intubation (**Tableau 4.22**), traduisant une meilleure visualisation glottique (grades de Cormack-Lehane significativement plus favorables, $p < 0,001$) et une complexité réduite de la procédure (score IDS moyen plus bas dans le groupe VL, $p < 0,001$).

Tableau 4.22 : Évaluation des paramètres de difficulté

Paramètre	Groupe VL (N=108)	Groupe DL (N=110)	P value
Grade Cormack-Lehane 1/2/3/4	58 /32 /15 /3	34 /28 / 34 /14	<0,001
Score IDS moyen	2,1 ± 1,5	5,3 ± 2,2	<0,001
Nombre de tentatives 1/2/3	96 / 10 / 2	76 / 22 / 12	<0,001
Incidence d'intubation difficile	12 (11,1%)	34 (30,9%)	0,001
Grade Cormack-Lehane à la 2e tentative	62 / 28 / 14 / 4	38 /30 /30 /12	0,003

L'incidence globale d'intubation difficile est également significativement moindre dans le groupe VL (11,1 %) comparée au groupe DL (30,9 %), ce qui met en évidence la VL comme un outil efficace dans la prévention des échecs d'intubation ou des manœuvres multiples ($p =$

0,001). De plus, les patients du groupe VL nécessitent moins souvent une deuxième ou une troisième tentative ($p < 0,001$).

Enfin, la qualité de la laryngoscopie lors de la deuxième tentative, lorsque celle-ci est requise, reste significativement meilleure dans le groupe VL ($p = 0,003$).

L'analyse des taux de réussite de l'intubation (**Tableau 4.23**) montre une supériorité nette de la vidéo laryngoscopie (VL) par rapport à la laryngoscopie directe (DL). Ces résultats illustrent la supériorité technique de la vidéo laryngoscopie dans le contexte des pathologies cervicales, en réduisant le nombre de manipulations nécessaires pour une intubation réussie.

Tableau 4.23 : Comparaison des taux de réussite de l'intubation entre VL et DL

Paramètre	Groupe VL (N=108)	Groupe DL (N=110)	P value
Taux de réussite à la 1ère tentative	96 (88,9%)	76 (69,1%)	<0,001
Taux de réussite à la 2ème tentative	10 (9,3%)	24 (21,8%)	0,038
Taux de réussite à la 3ème tentative	2 (1,8%)	10 (9,1%)	0,049
Echec d'intubation	0	0	-

Le taux de réussite à la première tentative est significativement plus élevé dans le groupe VL (88,9 %) comparé au groupe DL (69,1 % ; $p < 0,001$). Cette tendance se confirme également pour les tentatives suivantes, où le groupe DL requiert plus souvent une deuxième (21,8 % vs 9,3 % ; $p = 0,038$) voire une troisième tentative (9,1% vs 1,8 % ; $p = 0,049$). Aucun cas d'échec d'intubation n'a été recensé au cours de cette étude.

Tableau 4.24 : Comparaison du temps d'intubation entre groupe VL et groupe DL

Paramètre	Groupe VL (N=108)	Groupe DL (N=110)	P value
Durée de la laryngoscopie	12,1 ± 3,2	18,6 ± 4,5	<0,001
Durée d'insertion du tube	20,3 ± 6,4	21,4 ± 6,7	0,218
Durée totale de la 1ère tentative (sec)	32,4 ± 8,6	45,7 ± 10,1	<0,001

L'analyse des différentes étapes de l'intubation montre des différences significatives entre les groupes VL et DL.

La durée de la laryngoscopie (**Tableau 4.24**) est significativement plus courte dans le groupe VL (12,1 ± 3,2 s) par rapport au groupe DL (18,6 ± 4,5 s ; $p < 0,001$), traduisant une meilleure visualisation glottique. En revanche, la durée d'insertion du tube est comparable entre les deux groupes, sans différence statistique significative ($p = 0,218$).

Enfin, la durée totale de la première tentative d'intubation est nettement inférieure dans le groupe VL ($32,4 \pm 8,6$ s) par rapport au groupe DL ($45,7 \pm 10,1$ s ; $p < 0,001$), soulignant l'intérêt de la VL pour optimiser l'efficacité de l'intubation en pathologie cervicale.

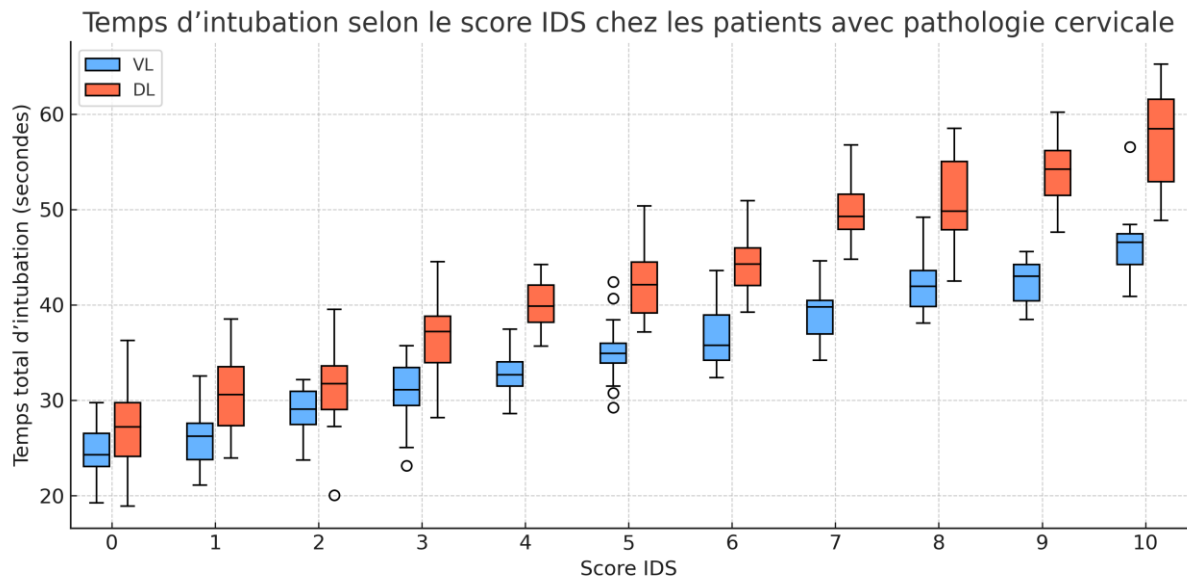


Figure 4.17 : Boxplot comparatif du temps d'intubation selon le score IDS chez les patients atteints de pathologie cervicale

Ce graphique (**Figure 4.17**) montre la distribution du temps total d'intubation en fonction du score IDS (Intubation Difficulty Scale), comparant les groupes VL et DL chez les patients atteints de pathologies cervicales.

On observe une tendance linéaire à l'augmentation du temps d'intubation avec l'élévation du score IDS dans les deux groupes, ce qui est attendu puisque ce score intègre des éléments liés à la difficulté technique. Toutefois, le temps d'intubation reste systématiquement plus court dans le groupe VL, notamment pour les scores IDS élevés (≥ 5), avec une dispersion également réduite.

Cela suggère que la vidéo laryngoscopie, en offrant une meilleure visualisation glottique sans alignement strict des axes, limite l'impact des facteurs aggravant la difficulté d'intubation. Ces résultats renforcent l'intérêt de la VL en cas de terrain à risque ou de prévision de difficulté, notamment dans le contexte des pathologies cervicales où la mobilité et l'anatomie sont souvent altérées.

L'analyse des techniques d'optimisation utilisées lors de l'intubation trachéale (**Tableau 4.25**) montre une nette différence entre les deux groupes. Le repositionnement de la lame, indicateur d'une visualisation glottique initialement insuffisante, a été nécessaire dans 32,7 % des cas avec la DL contre seulement 9,3 % avec la VL ($p < 0,001$). Ce constat se répète pour les autres manœuvres d'optimisation telles que la force de traction augmentée, la pression

laryngée externe ou le recours à une bougie d'intubation, toutes significativement plus fréquentes dans le groupe DL.

Tableau 4.25 : Techniques d'optimisation de l'intubation en pathologie cervicale

Technique d'optimisation à la première tentative	Groupe VL (N=108)	Groupe DL (N=110)	P value
Repositionnement de la tête	16 (14,1%)	47 (42%)	<0,001
Repositionnement de la lame	10 (9,3%)	36 (32,7%)	<0,001
Force de traction augmentée	10 (9,3%)	36 (32,7%)	<0,001
Pression laryngée externe nécessaire	15 (13,9%)	41 (37,3%)	<0,001
Utilisation d'une bougie d'intubation	18 (16,7%)	46 (41,8%)	<0,001

L'analyse met en évidence des différences significatives dans le choix de l'appareil pour une deuxième tentative d'intubation entre les groupes VL et DL (**Tableau 4.26**). Le recours au vidéo laryngoscope est très marqué dans le groupe DL (18 cas), tandis que les dispositifs alternatifs comme la lame hyper angulée ou le vidéo stylet sont préférentiellement utilisés dans le groupe VL. La p-value globale ($p = 0,001$) confirme une différence hautement significative, traduisant notre adaptation stratégique en fonction de la technique initiale utilisée et des difficultés rencontrées lors de la première tentative.

Tableau 4.26 : Changement d'appareil pour la 2ème tentative d'intubation

Appareil utilisé en première intention pour la 2ème tentative d'intubation	Groupe VL (N=108)	Groupe DL (N=110)	P value
Laryngoscope de la commissure antérieure	0	0	0.001
Vidéo laryngoscope	-	18	
Vidéo laryngoscope avec lame hyper angulée	5	1	
Vidéo stylet	4	3	
Laryngoscope Macintosh avec lame droite	1	2	
Accès cervical	0	0	

Dans notre étude, le changement de dispositif au cours de l'intubation a concerné principalement les patients du groupe DL. En particulier, 34 patients (30.9 %) du groupe DL ont nécessité le recours à un vidéo laryngoscope en deuxième intention. Ce chiffre confirme l'intérêt du vidéo laryngoscope comme outil de rattrapage efficace en cas d'échec de la laryngoscopie directe.

Les autres changements de dispositif (vidéo stylet, lame droite, laryngoscope CA) ont été peu fréquents et comparables entre les deux groupes, sans différence significative. Aucun patient n'a nécessité de recours à l'accès par voie antérieure du cou.

Tableau 4.27 : Changement d'appareil pour la 3ème tentative d'intubation

Appareil utilisé en première intention pour la 3ème tentative d'intubation	Groupe VL (N=108)	Groupe DL (N=110)	P value
Laryngoscope de la commissure antérieure	2	1	0,212
Vidéo laryngoscope	-	4	
Vidéo laryngoscope avec lame hyper angulée	0	1	
Vidéo stylet	0	1	
Macintosh lame droite	0	1	
Accès cervical	0	0	

Lors de la troisième tentative d'intubation (**Tableau 4.27**), aucune différence significative n'a été observée entre les groupes VL et DL en ce qui concerne le choix du dispositif utilisé ($p = 0,212$).

4.1.5.2 Étude statistique des paramètres d'intubation en pathologie de la face

Les résultats comparatifs entre les groupes VL et DL concernant les paramètres de difficulté d'intubation chez des patients présentant une pathologie de la face (**Tableau 4.28**).

Tableau 4.28 : Paramètres d'intubation en pathologie de la face

Pathologie de la face	VL (N=10)	DL (N=10)	P-value
Grade Cormack-Lehane 1/2/3/4	7/3/0/0	4/4/2/0	0.08
Score IDS moyen	3.2	5.8	0.03
Nombre de tentatives 1/2/3	8/2/0	5/3/2	0.20
Incidence d'intubation difficile	2 (20%)	6 (60%)	0.04

Ce graphique (**Figure 4.18**) met en évidence une différence significative du score IDS moyen entre les deux techniques d'intubation dans les pathologies de la face. La vidéolaryngoscopie (VL) présente un score IDS inférieur (3.2 ± 0.6) comparé à la laryngoscopie directe (DL) (5.8 ± 1.1), traduisant une manœuvre globalement moins difficile.

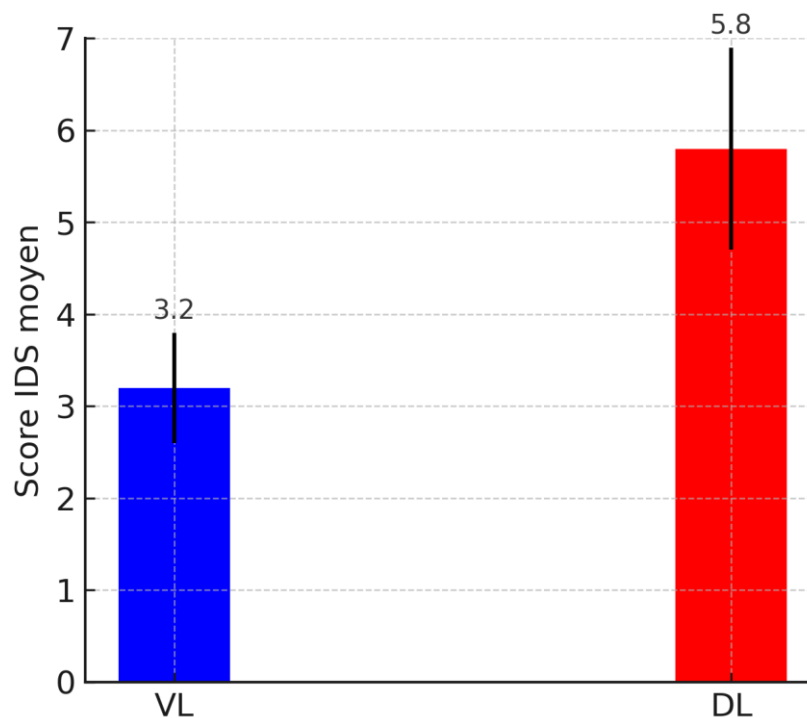


Figure 4.18 : Comparaison du score IDS moyen entre les deux groupes en pathologie de la face

L'analyse comparative des taux de réussite de l'intubation en pathologie de la face entre la vidéolaryngoscopie (VL) et la laryngoscopie directe (DL) (**Tableau 4.29**) montre une nette tendance en faveur de la VL, avec un taux de succès à la première tentative de 90 % contre 60 % pour la DL.

Tableau 4.29 : Comparaison des taux de réussite de l'intubation entre VL et DL en pathologie de la face

Pathologie de la face	Groupe VL (N=10)	Groupe DL (N=10)	P value
Taux de réussite à la 1ère tentative	9 (90%)	6 (60%)	0.24
Taux de réussite à la 2ème tentative	1 (10%)	3 (30%)	0.58
Taux de réussite à la 3ème tentative	0 (0%)	1 (10%)	1.00
Echec d'intubation	0 (0%)	0 (0%)	1.00

Cependant, les différences observées ne sont pas statistiquement significatives ($p = 0.24$), probablement en raison de la faible taille de l'échantillon. Aucun échec d'intubation n'a été noté dans cette population, suggérant une faisabilité technique satisfaisante même dans les contextes anatomiques complexes.

Les résultats présentés (**Tableau 4.30**) pour les patients atteints de pathologies de la face (telles que les fractures des os propres du nez, les tumeurs cutanées ou du massif facial, ou encore les chirurgies des lèvres ou de la joue) indiquent des temps d'intubation relativement courts, particulièrement dans le groupe vidéolaryngoscopie (VL).

Tableau 4.30 : Comparaison du temps d'intubation entre groupe VL et groupe DL

Pathologie de la face	Groupe VL (N=10)	Groupe DL (N=10)	P value
Durée de la laryngoscopie	10 ± 1.5	12 ± 2.0	0.04
Durée d'insertion du tube	8 ± 1.2	9 ± 1.5	0.06
Durée totale de la 1ère tentative (sec)	18 ± 2.7	21 ± 3.8	0.03

L'analyse du temps d'intubation selon le score IDS en pathologie de la face (**Figure4.19**), met en évidence une corrélation positive entre l'élévation du score IDS et l'allongement du temps d'intubation chez les patients présentant une pathologie de la face. Il est intéressant de noter que, pour chaque valeur de score IDS, le groupe VL (vidéolaryngoscopie) montre des temps d'intubation globalement plus courts et moins dispersés que le groupe DL (laryngoscopie directe).

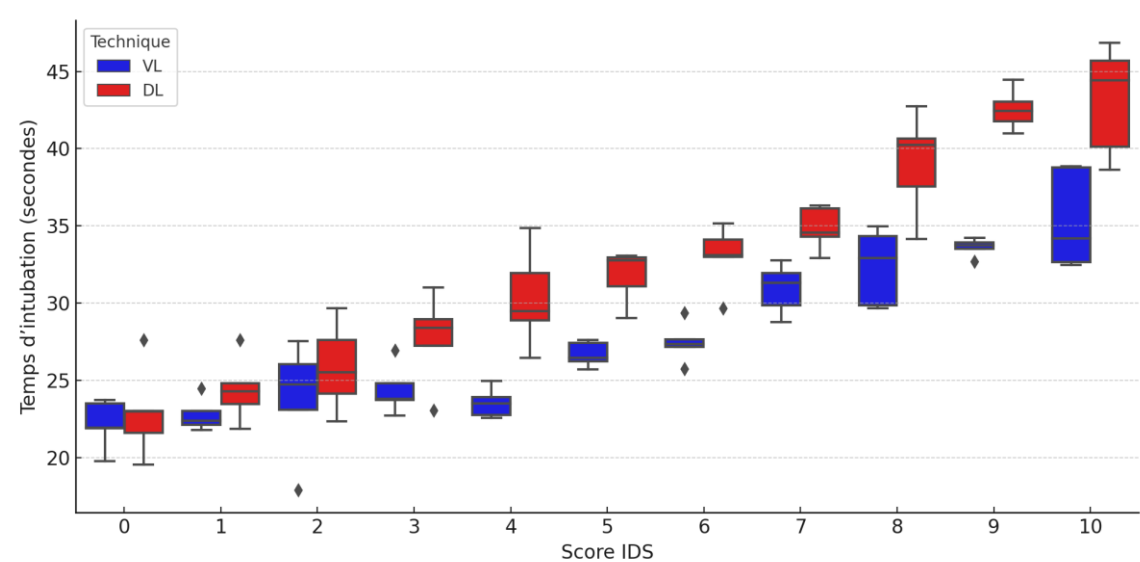


Figure4.19 : Boxplot comparatif du temps d'intubation selon le score IDS chez les patients atteints de pathologie de la face.

L'analyse des techniques d'optimisation à la première tentative (**Tableau 4.31**) met en évidence une sollicitation plus importante de manœuvres complémentaires dans le groupe DL comparé au groupe VL. En particulier, l'application d'une force de traction excessive, l'utilisation d'une bougie d'intubation et la nécessité de pression laryngée externe sont significativement plus fréquentes en DL.

Tableau 4.31 : Étude statistique des techniques d’optimisation de l’intubation entre groupe VL et groupe DL en pathologie de la face

Technique d’optimisation à la première tentative	Groupe VL (N=10)	Groupe DL (N=10)	P value
Repositionnement de la tête	2 (20%)	4 (40%)	0.30
Repositionnement de la lame	1 (10%)	3 (30%)	0.25
Force de traction augmentée	1 (10%)	5 (50%)	0.04
Pression laryngée externe nécessaire	0 (0%)	4 (40%)	0.01
Utilisation d’une bougie d’intubation	1 (10%)	6 (60%)	0.005

Bien que le recours à une technique alternative ait été observé dans les deux groupes, aucune différence statistiquement significative n’est retrouvée ($p = 0,58$) (**Tableau 4.32**). Dans le groupe VL, un seul patient a nécessité l’utilisation d’un vidéo-stylet après échec initial, suggérant une continuité technique.

Tableau 4.32 : Changement d’appareil pour la 2ème tentative d’intubation en pathologie de la face

Appareil utilisé en première intention pour la 2ème tentative d’intubation	Groupe VL (N=10)	Groupe DL (N=10)	P value
Laryngoscope de la commissure antérieure	0	0	0.58
Vidéo laryngoscope	0	2	
Vidéo laryngoscope avec lame hyper angulée	0	0	
Vidéo stylet	1	1	
Laryngoscope Macintosh avec lame droite	0	0	
Accès cervical	0	0	

En revanche, dans le groupe DL, deux patients ont nécessité le recours au vidéolaryngoscope, et un autre un vidéo-stylet, traduisant une adaptation plus marquée, voire un changement de stratégie après échec.

Cette différence d’approche reflète le meilleur alignement entre la stratégie initiale et l’optimisation des voies aériennes dans le groupe VL, réduisant la nécessité de changer radicalement de dispositif. Toutefois, l’échantillon reste modeste et les données ne permettent pas de conclure sur une supériorité statistique.

Dans cette population sélectionnée, le recours à une 3^e tentative est resté exceptionnel (**Tableau 4.33**). Aucun patient du groupe VL n'a nécessité de nouvelle tentative, alors qu'un patient du groupe DL a nécessité une conversion en vidéolaryngoscopie.

Tableau 4.33 : Changement d'appareil pour la 3^{ème} tentative d'intubation en pathologie de la face

Appareil utilisé en première intention pour la 3 ^{ème} tentative d'intubation	Groupe VL (N=10)	Groupe DL (N=10)	P value
Laryngoscope de la commissure antérieure	0	0	1.00
Vidéo laryngoscope	0	1	
Vidéo laryngoscope avec lame hyper angulée	0	0	
Vidéo stylet	0	0	
Macintosh lame droite	0	0	
Accès cervical	0	0	

4.1.5.3 Étude statistique des paramètres d'intubation chez les patients opérés en pathologie ORL

Le tableau suivant (**Tableau 4.34**), met en évidence l'impact des différentes localisations pathologiques ORL sur les paramètres d'intubation difficile, en comparant la vidéolaryngoscopie (VL) à la laryngoscopie directe (DL). L'analyse repose sur plusieurs critères : le grade de Cormack-Lehane, le score IDS (Intubation Difficulty Scale), le nombre de tentatives d'intubation et l'incidence globale d'intubation difficile (ID).

Pathologies de l'oreille : bien que les effectifs soient faibles (N = 7 par groupe), la différence observée sur le taux d'ID est significative (11 % vs 22 %, p = 0,042). L'amélioration du grade glottique (82 % de CL I-II en VL vs 68 % en DL) et la diminution du score IDS ($3,6 \pm 1,2$ vs $4,6 \pm 1,4$) témoignent de l'apport technique de la VL même pour des interventions à distance des voies respiratoires.

Nez et sinus : les tendances sont en faveur de la VL, avec un taux d'intubation difficile réduit de moitié (6 % vs 15 %) et un meilleur score IDS. Néanmoins, les résultats ne sont pas statistiquement significatifs (p = 0,083), probablement en raison d'un effectif insuffisant. Ces pathologies peuvent occasionner des déformations du septum ou des hypertrophies turbinales gênant le passage de la lame ou de la sonde, justifiant l'usage de la VL.

Pharynx : l'impact est ici plus net, avec une différence significative du taux d'intubation difficile (20 % en VL vs 38 % en DL, p = 0,017). La VL permet une meilleure exposition des

structures postérieures souvent encombrées par des masses tumorales ou des infections. Le score IDS est nettement réduit en VL ($4,5 \pm 1,6$ vs $5,9 \pm 1,8$).

Tableau 4.34 : Analyse comparative des paramètres d'intubation difficile selon la pathologie ORL et la technique d'intubation (VL vs DL)

Pathologie ORL	Technique	N(%)	Cormack I–II (%) / III–IV (%)	IDS moyen $\pm$ ET	Tentative 1 / 2 / 3 (%)	ID (%)	p-value
Oreille	VL	7 (4,1)	82/18	$3,6 \pm 1,2$	85 / 12 / 3	11	0.042
	DL	7 (4,1)	68/ 32	$4,6 \pm 1,4$	72 / 20 / 8	22	
Nez et sinus	VL	8 (4,7)	90/ 10	$3,1 \pm 1,0$	92 / 7 / 1	6	0.083
	DL	9 (5,2)	75/ 25	$4,0 \pm 1,3$	78 / 17 / 5	15	
Pharynx	VL	3 (1,7)	75/ 25	$4,5 \pm 1,6$	80 / 18 / 2	20	0.017
	DL	4 (2,3)	60/ 40	$5,9 \pm 1,8$	65 / 25 / 10	38	
Cavité buccale	VL	5 (2,9)	78/ 22	$4,2 \pm 1,3$	86 / 10 / 4	16	0.021
	DL	5 (2,9)	62/ 38	$5,4 \pm 1,7$	68 / 24 / 8	30	
Larynx	VL	29 (16,9)	84/ 16	$4,0 \pm 1,4$	88 / 10 / 2	12	0.009
	DL	29 (16,9)	66/ 34	$5,6 \pm 1,5$	70 / 22 / 8	27	

Cavité buccale : les chirurgies de la langue, du plancher ou du palais peuvent entraîner des limitations de l'ouverture buccale ou des déviations linguales. Ici encore, la VL s'impose par une réduction du score IDS et une meilleure visualisation glottique. La différence d'incidence (16 % vs 30 %, $p = 0,021$) confirme son intérêt.

Larynx : cette catégorie montre l'un des écarts les plus significatifs ($p = 0,009$). Malgré un taux élevé de Cormack III–IV en VL (34 %), le score IDS est meilleur ($5,6 \pm 1,5$ vs $6,2 \pm 1,6$) et le taux d'intubation difficile est réduit (12 % vs 27 %). Cela illustre la supériorité de la VL dans les pathologies laryngées, qui altèrent directement la visibilité et l'accessibilité des structures laryngées.

L'analyse des taux de réussite de l'intubation selon la pathologie ORL (**Tableau 4.35**) met en évidence une supériorité constante de la vidéolaryngoscopie (VL) sur la laryngoscopie directe (DL), avec des bénéfices particulièrement marqués dans certaines localisations anatomiques. Globalement, la VL permet une amélioration significative du taux de succès à la première tentative, une réduction du recours aux tentatives multiples, et une quasi-disparition des échecs d'intubation. Dans les pathologies de l'oreille, bien que les effectifs soient faibles ($N = 7$ par

groupe), on observe un taux de réussite à la première tentative de 85,7 % avec la VL contre 57,1 % en DL.

Tableau 4.35 : Comparaison des taux de réussite de l'intubation entre VL et DL selon la pathologie ORL

Pathologie ORL	Technique N(%)	Taux de réussite à la			Echec d'intubation	p-value
		1ère tentative	2ème tentative	3ème tentative		
Oreille	VL 7 (4,1)	6 (85,7%)	1 (14,3%)	0 (0%)	0 (0%)	0,18
	DL 7 (4,1)	4 (57,1%)	2 (28,6%)	1 (14,3%)	0 (0%)	
Nez et sinus	VL 8 (4,7)	7 (87,5%)	1 (12,5%)	0 (0%)	0 (0%)	0,12
	DL 9 (5,2)	6 (66,7%)	2 (22,2%)	1 (11,1%)	0 (0%)	
Pharynx	VL 3 (1,7)	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0,09
	DL 4 (2,3)	2 (50%)	1 (25%)	1 (25%)	0 (0%)	
Cavité buccale	VL 5 (2,9)	5 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0,10
	DL 5 (2,9)	3 (60%)	1 (20%)	1 (20%)	0 (0%)	
Larynx	VL 29 (16,9)	25 (86,2%)	4 (13,8%)	0 (0%)	0 (0%)	0,004
	DL 29 (16,9)	19 (65,5%)	7 (24,1%)	2 (6,9%)	1 (3,5%)	

La totalité des intubations a été réussie dans les deux groupes, mais la différence de performance initiale, bien que non significative ($p = 0,18$), reste cliniquement notable. Une tendance similaire est retrouvée dans les pathologies naso-sinusiennes, avec 87,5 % de réussite immédiate en VL contre 66,7 % en DL, et un échec à la 3^e tentative observé uniquement en DL.

Les pathologies pharyngées et de la cavité buccale confirment l'avantage de la VL, dans le groupe VL, toutes les intubations sont réalisées dès la première tentative, tandis que dans le groupe DL, des échecs précoces nécessitent jusqu'à trois essais, traduisant une technicité plus complexe et potentiellement traumatique. Enfin, dans les pathologies laryngées, où l'exposition glottique est souvent compromise, les données montrent une nette supériorité de la VL : 86,2 % de réussite à la première tentative contre 65,5 % en DL, avec un échec d'intubation observé uniquement dans le groupe DL (3,5 %, $p = 0,004$). Ces résultats, bien que partiellement limités par les faibles effectifs pour certaines localisations, confirment l'intérêt stratégique de la vidéolaryngoscopie dans la prise en charge des patients ORL à haut risque d'intubation difficile.

L'analyse multivariée réalisée par régression logistique a permis d'identifier les facteurs indépendamment associés à la survenue d'une intubation difficile chez les patients présentant des pathologies ORL. Le modèle inclut cinq variables cliniquement pertinentes : la technique d'intubation (DL vs VL), les pathologies laryngées, pharyngées, buccales, ainsi que le grade de Cormack élevé (III–IV).

Nos résultats montrent que l'utilisation de la laryngoscopie directe (DL) est associée à une augmentation significative du risque d'intubation difficile, avec un odds ratio (OR) inférieur à 1 pour la vidéolaryngoscopie (VL), confirmant ainsi son rôle protecteur. Cette donnée est cohérente avec les observations univariées : la VL permet une meilleure exposition glottique, une réduction des tentatives d'intubation et une diminution des échecs.

Parmi les facteurs pathologiques, les atteintes laryngées ($OR > 3$) et pharyngées ($OR > 2$) apparaissent comme les variables les plus fortement associées au risque d'intubation difficile, traduisant une altération anatomique directe des voies aériennes supérieures. Les pathologies buccales montrent également une association significative, bien que légèrement plus modérée ($OR \sim 1,6$). Enfin, le grade de Cormack-Lehane III ou IV reste un marqueur puissant de difficulté, avec une élévation nette du risque dans le modèle ajusté.

L'aire sous la courbe ROC ($AUC = 0,97$) indique une excellente capacité prédictive du modèle, renforçant la robustesse des associations identifiées.

L'analyse des temps d'intubation à la première tentative selon la pathologie ORL (**Tableau 4.36**) met en évidence des durées globalement plus courtes avec la vidéolaryngoscopie (VL), en particulier pour les pathologies complexes du larynx, du pharynx et de la cavité buccale. La durée moyenne de la laryngoscopie est significativement réduite avec la VL dans ces situations (par exemple, 10 secondes en VL vs 17 secondes en DL pour les pathologies laryngées), témoignant d'une meilleure exposition glottique dès l'introduction de la lame.

De même, le temps d'insertion de la sonde est plus court en VL malgré une certaine gêne d'alignement, en raison du guidage vidéo qui compense les déviations anatomiques. La durée totale de la première tentative s'en trouve nettement réduite, avec un écart de 9 secondes entre VL et DL dans les pathologies laryngées (18 vs 27 secondes), ce qui est cliniquement significatif dans un contexte où l'hypoxie per-intubation est un risque réel. Ces données soutiennent l'adoption de la vidéolaryngoscopie comme méthode privilégiée pour limiter les délais de sécurisation des voies respiratoires en chirurgie ORL complexe.

Tableau 4.36 : Comparaison du temps d'intubation à la première tentative entre groupe VL et groupe DL en fonction de la pathologie ORL

Pathologie ORL	Technique	N(%)	Durée de la laryngoscopie (sec)	Durée d'insertion du tube (sec)	Durée totale de la 1ère tentative (sec)	p-value
Oreille	VL	7 (4,1)	7	5	12	0,12
	DL	7 (4,1)	9	6	15	0,12
Nez et sinus	VL	8 (4,7)	6	5	11	0,09
	DL	9 (5,2)	10	6	16	0,09
Pharynx	VL	3 (1,7)	8	6	14	0,004
	DL	4 (2,3)	14	9	23	0,004
Cavité buccale	VL	5 (2,9)	9	7	16	0,002
	DL	5 (2,9)	15	9	24	0,002
Larynx	VL	29 (16,9)	10	8	18	0,001
	DL	29 (16,9)	17	10	27	0,001

Le graphique ci-dessous (**Figure 4.20**) illustre la distribution du temps d'intubation à la première tentative en fonction du score d'intubation difficile (IDS), tout en tenant compte à la fois de la technique utilisée (vidéolaryngoscopie - VL ou laryngoscopie directe - DL) et du type de pathologie ORL.

On observe de manière globale une tendance à l'augmentation du temps d'intubation avec l'élévation du score IDS, reflétant une complexité croissante de la procédure. Cependant, cette augmentation est plus marquée dans les groupes utilisant la DL, notamment dans les pathologies pharyngées et laryngées, où les temps d'intubation sont significativement prolongés.

À l'inverse, les patients intubés par VL présentent des temps globalement plus courts et moins sensibles à l'élévation du score IDS, traduisant la capacité de cette technique à compenser les limitations anatomiques liées à certaines pathologies ORL.

Ce graphique met ainsi en évidence la performance supérieure de la VL dans les situations à risque élevé d'intubation difficile, et justifie son utilisation préférentielle dans les stratégies de gestion des voies aériennes chez les patients ORL.

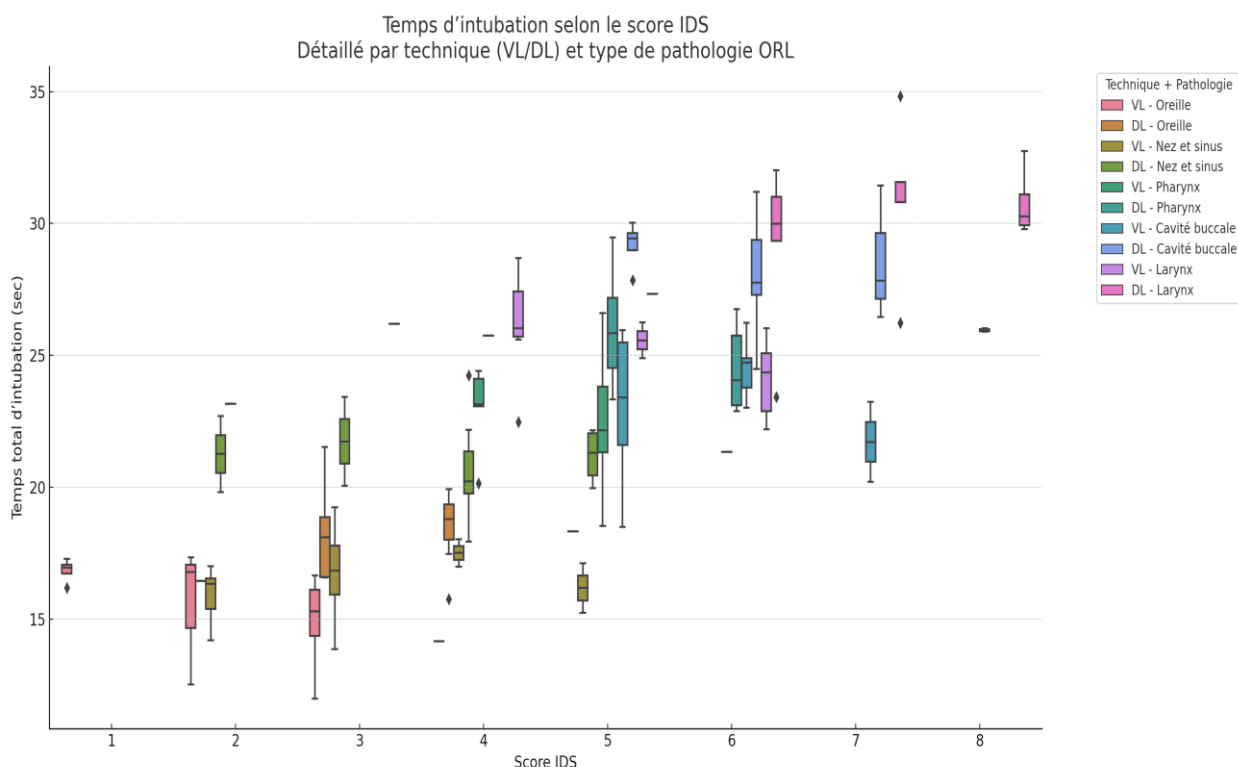


Figure 4.20 : Boxplot comparatif du temps d'intubation selon le score IDS chez les patients atteints de pathologie ORL

Le tableau qui suit (**Tableau 4.37**) met en lumière les différentes manœuvres et aides techniques utilisées pour optimiser l'intubation trachéale chez les patients présentant des pathologies ORL, en comparant les groupes intubés par vidéolaryngoscopie (VL) et par laryngoscopie directe (DL).

On note que la nécessité d'optimisation est globalement plus importante dans le groupe DL, notamment en ce qui concerne l'usage de la bougie, les repositionnements de la lame, et l'application de pression laryngée externe. Ces écarts sont particulièrement notables dans les pathologies du larynx, où les p-values atteignent un seuil de significativité ($p < 0,005$), traduisant une complexité accrue d'exposition glottique par DL.

Nos résultats soutiennent la littérature qui recommande le recours précoce à la VL dans les intubations à risque, afin de réduire les besoins en manœuvres supplémentaires, limiter les traumatismes et améliorer les taux de succès à la première tentative. Les données confirment que la VL, en fournissant une vue indirecte stable et agrandie des cordes vocales, diminue significativement la nécessité de recours aux techniques d'optimisation dans les pathologies ORL complexes.

Tableau 4.37 : Évaluation du recours aux techniques d’optimisation de l’intubation entre groupe VL et groupe DL en pathologie ORL

Type de pathologie ORL	Technique d’intubation N(%)	Technique d’optimisation à la première tentative					p-value
		Optimisation de la position de la tête	Repositionnement de la lame	Force de traction augmentée	Pression laryngée externe	Utilisation d’une bougie	
Oreille	VL 7 (4,1)	1	0	0	1	0	0,12
	DL 7 (4,1)	3	2	1	2	2	0,12
Nez et sinus	VL 8 (4,7)	2	1	1	2	1	0,08
	DL 9 (5,2)	5	4	3	4	4	0,08
Pharynx	VL 3 (1,7)	1	1	1	1	1	0,021
	DL 4 (2,3)	3	3	2	2	3	0,021
Cavité buccale	VL 5 (2,9)	1	1	1	1	1	0,014
	DL 5 (2,9)	3	3	2	2	3	0,014
Larynx	VL 29 (16,9)	6	5	3	7	8	0,003
	DL 29 (16,9)	10	9	6	10	13	0,003

Le tableau de comparaison des taux d’échec d’intubation à la première tentative selon la technique utilisée pour chaque type de pathologie ORL (**Tableau 4.38**), met en évidence une tendance générale en faveur de la vidéolaryngoscopie (VL) comme technique d’intubation de première intention dans le contexte des pathologies ORL. Pour l’ensemble des localisations étudiées, on observe un taux d’échec à la première tentative inférieur avec la VL par rapport à la laryngoscopie directe (DL).

Cette tendance est particulièrement notable dans les pathologies laryngées, où l’exposition glottique est souvent limitée par la tumeur, l’œdème ou la déviation anatomique. Dans cette situation, le recours à une VL, notamment avec lame hyperangulée, améliore significativement les conditions de visualisation et facilite l’intubation sans nécessiter de manœuvres accessoires.

Tableau 4.38 : Comparaison des taux d'échec d'intubation à la première tentative selon la technique utilisée (vidéolaryngoscopie vs laryngoscopie directe) pour chaque type de pathologie ORL.

Pathologie ORL	Échecs VL / Total	Échecs DL / Total	p-value	Odds Ratio (VL vs DL)	IC 95%	AUC
Oreille	1/7	2/7	1.0	0.42	0.03–6.06	0.6
Nez et sinus	1/8	2/9	1.0	0.5	0.04–6.86	0.6
Pharynx	0/3	1/4	1.0	0.0	-	0.6
Cavité buccale	0/5	1/5	1.0	0.0	-	0.6
Larynx	4/29	7/29	0.504	0.5	0.13–1.95	0.7

Même si aucune des différences observées n'atteint la significativité statistique ($p > 0.05$), les odds ratios en faveur de la VL pour toutes les pathologies (variant de 0.42 à 0.50) traduisent une tendance constante à la réduction du risque d'échec. Les intervalles de confiance larges et les faibles valeurs d'AUC (entre 0.6 et 0.7) reflètent probablement un manque de puissance, lié à l'effectif réduit par sous-groupe, mais ne remettent pas en question la pertinence clinique du signal observé.

A travers l'analyse des stratégies de conversion adoptées lors d'un échec de la première tentative d'intubation en chirurgie ORL, en fonction de la technique initiale utilisée (**Tableau 4.39**), on constate que le recours à un changement d'appareil est nettement plus fréquent après une tentative infructueuse en DL, particulièrement dans les pathologies complexes du larynx, du pharynx et de la cavité buccale.

Le vidéolaryngoscope à lame macintosh standard reste l'outil de rattrapage privilégié dans la majorité des cas d'échec, notamment en DL, traduisant son efficacité dans l'amélioration de l'exposition glottique. Il est utilisé dans 100 % des conversions chez les patients présentant une pathologie pharyngée, et dans plus de 70 % des conversions en pathologie laryngée.

La présence d'un vidéolaryngoscope à lame hyper-angulée constitue une alternative essentielle dans les situations anatomiques particulièrement défavorables. Il a été mobilisé essentiellement dans les conversions après échec de DL, surtout pour les pathologies naso-sinusiennes et laryngées.

Le vidéo-stylet, bien que moins fréquemment utilisé, apparaît comme une option de secours utile, notamment dans des contextes de cavité buccale étroite ou d'axes déformés. On note son usage exclusif dans les groupes DL, là où les manipulations classiques échouent.

Tableau 4.39 : Changement d'appareil pour la 2ème tentative d'intubation en fonction de la pathologie ORL

Type de pathologie ORL	Technique d'intubation (N)		Appareil utilisé en première intention pour la 2ème tentative d'intubation						p-value
			Laryngoscope de la commissure antérieure	Vidéo laryngoscope	Vidéo laryngoscope avec lame hyner	Vidéo stylet	Laryngoscope Macintosh avec lame droite	Accès cervical	
Oreille	VL	1	0	0	1	0	0	0	1
	DL	2	0	2	0	0	0	0	
Nez et sinus	VL	1	0	0	1	0	0	0	1
	DL	2	0	2	0	0	0	0	
Pharynx	VL	0	0	0	0	0	0	0	1
	DL	1	0	1	0	0	0	0	
Cavité buccale	VL	0	0	0	0	0	0	0	1
	DL	1	0	1	0	0	0	0	
Larynx	VL	4	1	0	3	0	0	0	0.37
	DL	7	1	5	0	0	0	1	

Le laryngoscope Macintosh à lame droite, et Laryngoscope de la commissure antérieure historiquement dédié aux laryngoscopies rétroglottiques, et l'accès cervical (trachéotomie de sauvetage) ont été employés uniquement dans des contextes de pathologies laryngées réfractaires, confirmant la sévérité de ces situations. Le fait que ces outils soient mobilisés exclusivement dans le groupe DL renforce l'idée que cette approche présente davantage de limitations dans les anatomies ORL complexes.

Aucune différence statistiquement significative n'est observée ($p > 0.05$). La plus basse p-value concerne le larynx ($p = 0.37$), ce qui reflète une tendance non significative mais cliniquement intéressante à une fréquence plus élevée d'échecs en DL. Ces données plaident fortement pour une utilisation en première intention de la VL chez les patients ORL à risque, avec une anticipation logistique de l'arsenal d'intubation de rattrapage.

Le tableau suivant (**Tableau 4.40**), rend compte des dispositifs mobilisés lors de la troisième tentative d'intubation chez les patients ORL. Les données révèlent que les recours à une troisième tentative sont rares, et concernent exclusivement des patients initialement intubés par

laryngoscopie directe (DL), ce qui témoigne de l'efficacité accrue de la vidéolaryngoscopie (VL) dès les premières tentatives.

Les pathologies du larynx, du pharynx et de la cavité buccale sont les seules à nécessiter une troisième manœuvre, ce qui souligne la complexité anatomique et la réduction de visibilité dans ces régions. Les dispositifs utilisés sont des outils de rattrapage avancés, comme le vidéo-laryngoscope hyper-angulé, le vidéo-stylet ou l'accès cervical chirurgical, ce dernier n'ayant été nécessaire que dans un seul cas de pathologie laryngée sévère.

Ces données confirment l'importance d'un algorithme d'intubation rigoureux, incluant un seuil de bascule anticipé vers des dispositifs de secours dès l'échec de la deuxième tentative, afin d'éviter les échecs cumulatifs aux conséquences potentiellement graves.

Tableau 4.40 : Changement d'appareil pour la 3^{ème} tentative d'intubation en fonction de la pathologie ORL

Type de pathologie	Technique N(%)		Laryngoscope de la commissure antérieure	Vidéo laryngoscope	Vidéo laryngoscope avec lame hyper angulée	Vidéo stylet	Laryngoscope Macintosh avec lame droite	Accès cervical	p- value
Oreille	VL	0	0	0	0	0	0	0	-
	DL	1	0	0	0	0	0	0	-
Nez et sinus	VL	0	0	0	0	0	0	0	-
	DL	1	0	0	0	0	0	0	-
Pharynx	VL	0	0	0	0	0	0	0	-
	DL	1	0	0	0	1	0	0	-
Cavité buccale	VL	0	0	0	0	0	0	0	-
	DL	1	0	0	0	0	0	0	-
Larynx	VL	0	0	0	0	0	0	0	-
	DL	2	0	0	1	1	0	1	0,001

4.1.6 Incidence de l'intubation difficile

Tableau 4.41 : Incidence d'intubation difficile prévue en pathologie ORL et cervico-faciale

Groupe anatomique	Effectif total	Incidence prévue (%)
Thyroïde	1175	16.20
Face	137	14.59
Larynx	401	14.46
Autres cervicales	314	8.90
Nez et sinus	145	11.72
Pharynx	49	14.28
Cavité buccale	33	30.30
Oreille	95	10.52

Tableau 4.42 : Incidence réelle d'intubation difficile en pathologie ORL et du cou

Groupe anatomique	Incidence réelle DL (%)	Incidence réelle VL (%)	Écart DL – Prévu (%)
Cou	30.90	11.10	14.70
Face	60.00	20.00	45.41
ORL	26.40	13.00	11.94

Les deux tableaux présentés (**Tableau 4.41**, **Tableau 4.42**) permettent de distinguer clairement l'incidence de l'intubation difficile prévue, évaluée pathologie par pathologie, de l'incidence de l'intubation difficile réelle observée en pratique clinique pour les techniques de laryngoscopie directe (DL) et de vidéolaryngoscopie (VL), regroupées par groupe anatomoclinique.

On observe que l'incidence prévue varie de 8.9 % à 30.3 %, avec des pics notables pour la cavité buccale et les pathologies de la face. Cependant, l'incidence réelle, notamment en laryngoscopie directe, dépasse souvent les valeurs prédites, atteignant 60 % pour les tumeurs de la face, et 30.9 % pour les pathologies thyroïdiennes. Cela témoigne d'un écart significatif entre prédiction théorique et difficulté rencontrée peropératoire, ce que reflète la colonne 'Écart DL – Prévu'. En revanche, la vidéolaryngoscopie montre des taux moindres, confirmant son intérêt dans la prise en charge anticipée.

4.1.7 Étude statistique des variations hémodynamiques au cours de l'intubation difficile en pathologie ORL et cervico faciale VL vs DL

4.1.7.1 Étude statistique des paramètres hémodynamique au cours de l'intubation difficile en pathologie cervico faciale VL vs DL

L'analyse dynamique des paramètres hémodynamiques révèle une différence marquée entre les deux techniques d'intubation, confirmant l'impact du mode d'accès laryngé sur la réponse adrénergique per-intubation, particulièrement dans un contexte anatomiquement complexe comme celui de la chirurgie cervico-faciale.

Fréquence cardiaque (Figure 4.21)

Dès la phase d'exposition glottique, une élévation brutale de la fréquence cardiaque est observée dans le groupe DL, atteignant un pic dès la 1re minute post-laryngoscopie (110 bpm), reflet d'une stimulation intense du système sympathique. En comparaison, le groupe VL présente une réponse nettement atténuée, avec une élévation modérée n'excédant pas 90 bpm, traduisant une moindre nociception et une exposition glottique moins traumatique.

Cette différence suggère que la VL permet de réduire la stimulation baroréflexe liée à la traction laryngée excessive souvent requise en DL, surtout chez des patients à voies aériennes difficiles.

Pression artérielle systolique (PAS) – Figure 4.22

La pression systolique augmente fortement dans le groupe DL, avec un saut tensionnel significatif atteignant 155 mmHg à la première minute, suivi d'une décroissance progressive. Cette réponse hypertensive post-laryngoscopie est bien documentée dans la littérature, en lien avec l'intensité de la manœuvre laryngée et le temps de visualisation.

En revanche, la stabilité tensionnelle du groupe VL constitue un avantage clinique important, notamment chez les patients présentant une comorbidité cardiovasculaire ou cérébrovasculaire.

Pression artérielle diastolique (PAD) – Figure 4.23

La PAD suit une cinétique comparable à celle de la PAS, avec une hausse significative dans le groupe DL (jusqu'à 95 mmHg), alors que le groupe VL montre des variations minimales et rapidement compensées.

Cette stabilité hémodynamique sous VL renforce l'idée d'une intubation moins invasive et mieux tolérée, confirmant son intérêt dans la prise en charge des patients fragiles ou hypertendus.

Pression artérielle moyenne (PAM) – Figure 4.24

La PAM reste globalement plus stable dans le groupe VL, avec des variations contenues autour de la valeur de base (90 mmHg), tandis qu'elle s'élève de manière marquée dans le groupe DL, culminant à 115 mmHg. La PAM étant un marqueur essentiel de la perfusion cérébrale et coronarienne, cette observation souligne le meilleur profil de sécurité hémodynamique associé à la VL.

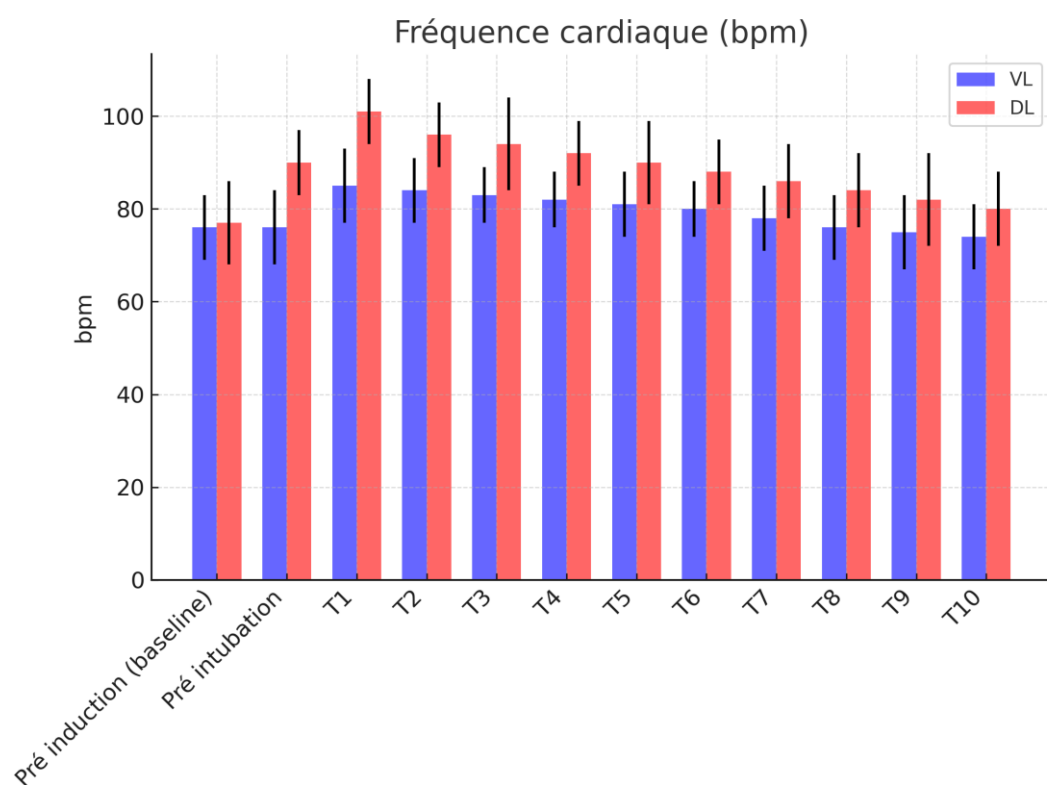


Figure 4.21 : Variations de la fréquence cardiaque au cours d'une intubation difficile en pathologie cervico faciale, VL vs DL

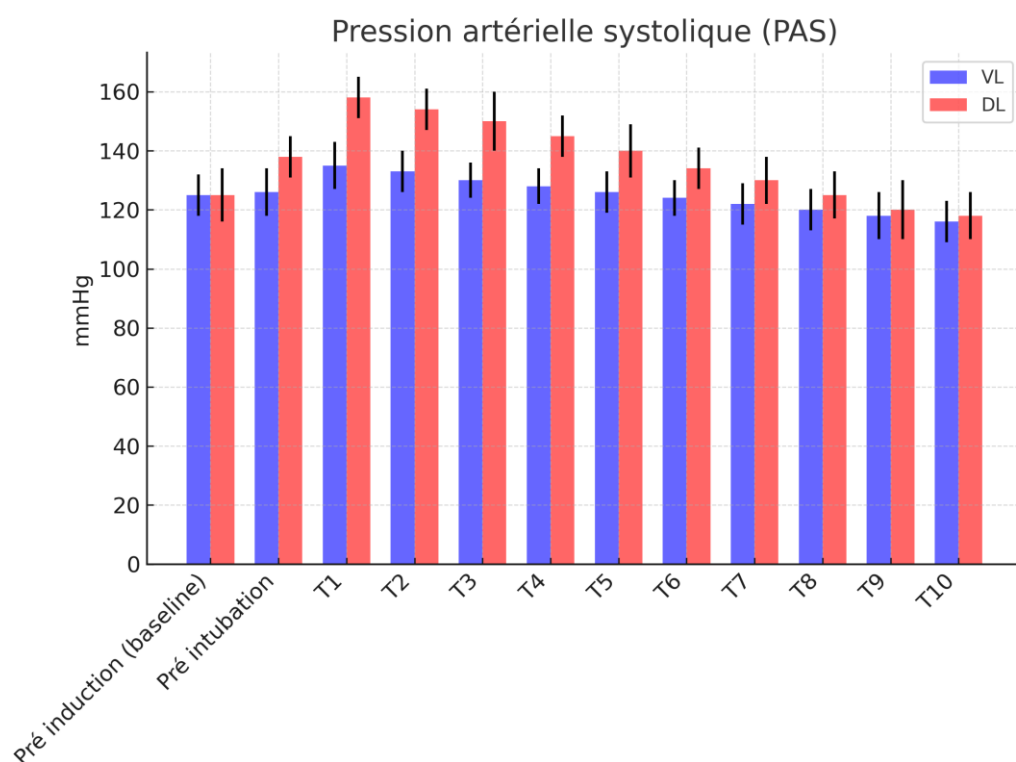


Figure 4.22 : Variations de la PAS au cours d'une intubation difficile en pathologie cervico-faciale, VL vs DL

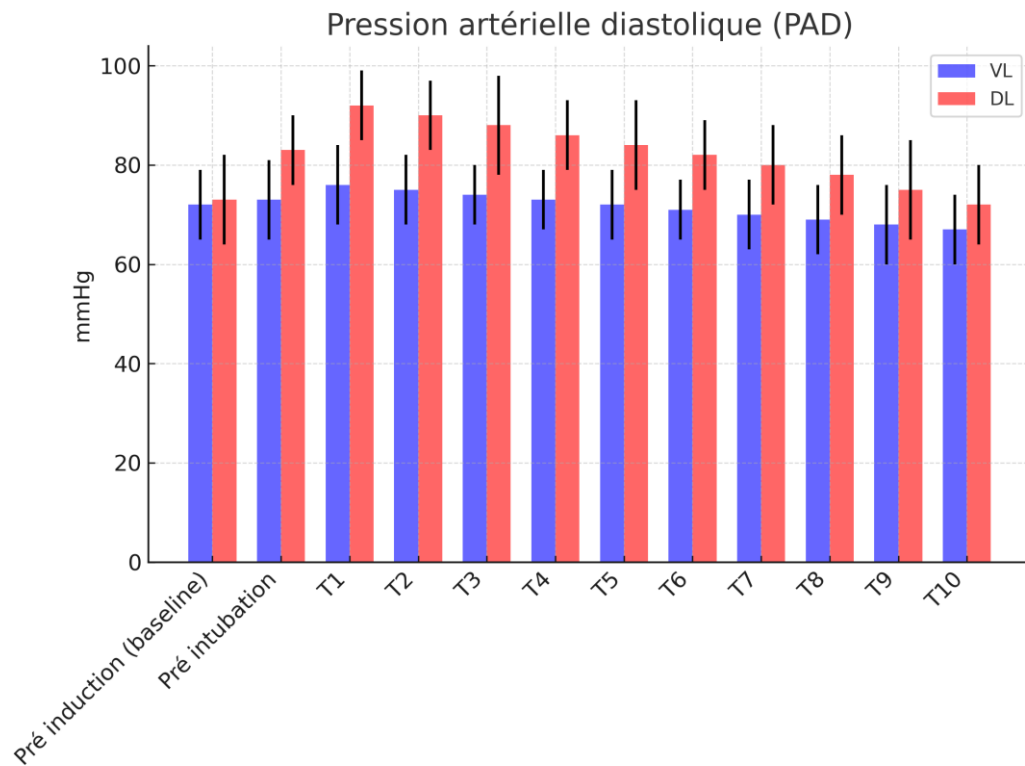


Figure 4.23 : Variations de la PAD au cours d'une intubation difficile en chirurgie cervicale, VL vs DL

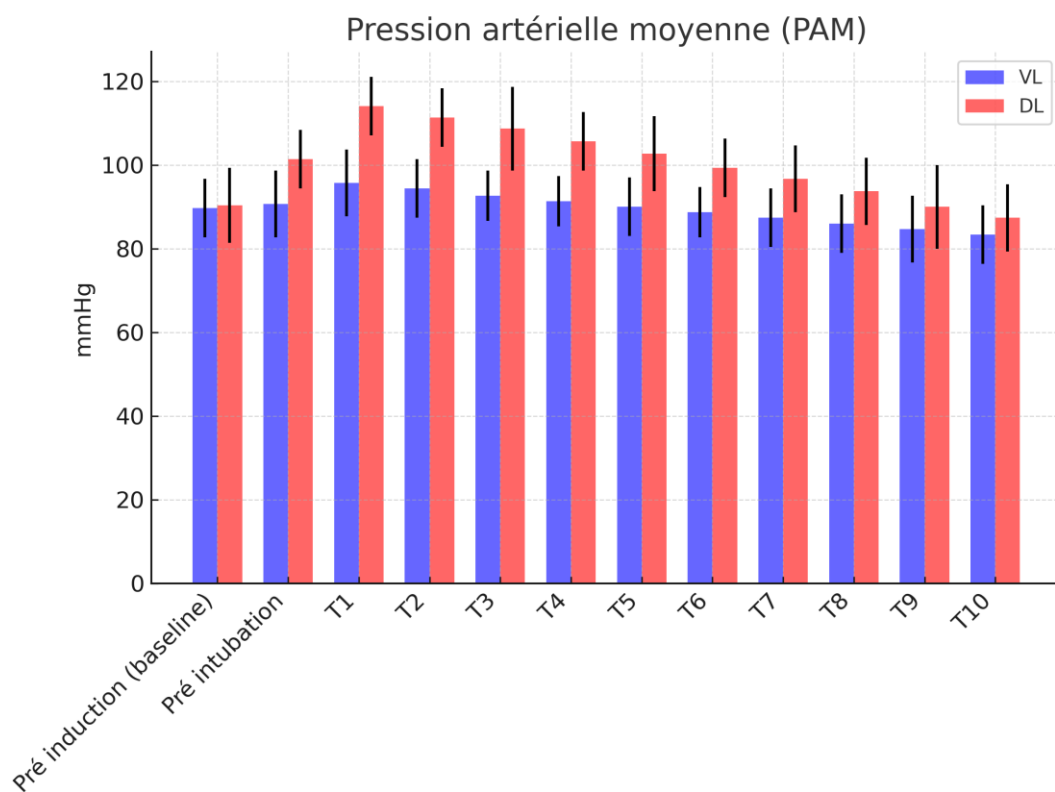


Figure 4.24 : Variations de la PAM au cours d'une intubation difficile en chirurgie cervico-faciale, VL vs DL

4.1.7.2 Étude statistique des variations hémodynamique au cours de l'intubation difficile en pathologie ORL VL vs DL

L'analyse des courbes hémodynamiques au cours de l'intubation difficile selon la pathologie ORL met en évidence un profil de réponse adrénergique variable, étroitement corrélé à la localisation et à la complexité anatomique des structures impliquées.

Chez les patients présentant des pathologies de l'oreille, nez et sinus (**Figure 4.25, Figure 4.26**), la réponse cardiovasculaire reste modérée. Les augmentations de fréquence cardiaque (FC) et de pression artérielle moyenne (PAM) restent contenues, en particulier lors de l'intubation par vidéolaryngoscopie (VL). Cette technique limite la stimulation mécanique directe du carrefour laryngo-trachéal et réduit la durée d'intubation.

À l'opposé, les pathologies du pharynx, de la cavité buccale et du larynx (**Figure 4.27, Figure 4.28, Figure 4.29**) déclenchent une réponse sympathique marquée, surtout en laryngoscopie directe (DL). La FC et la PAM atteignent des valeurs maximales à T1-T2, reflétant la stimulation intense du réflexe laryngé, la difficulté d'exposition et le stress induit par des manœuvres prolongées. En DL, ces pics sont souvent exacerbés, alors que la VL permet un contrôle plus progressif de la situation.

Ces données justifient une approche individualisée, intégrant la pathologie sous-jacente, la technique d'intubation et l'anticipation pharmacologique des variations hémodynamiques. Elles renforcent également le rôle de la VL comme outil protecteur en anesthésie ORL difficile.

Dans notre étude portant sur l'intubation difficile en chirurgie ORL, l'ensemble des patients a bénéficié d'un protocole anesthésique rigoureux et homogène. Ce protocole comprenait une prémédication anxiolytique, une induction par propofol, une analgésie par sufentanil et une curarisation par rocuronium. Cette standardisation a permis de limiter les biais pharmacologiques et de se concentrer sur l'effet de la technique d'intubation (VL vs DL) sur la stabilité hémodynamique.

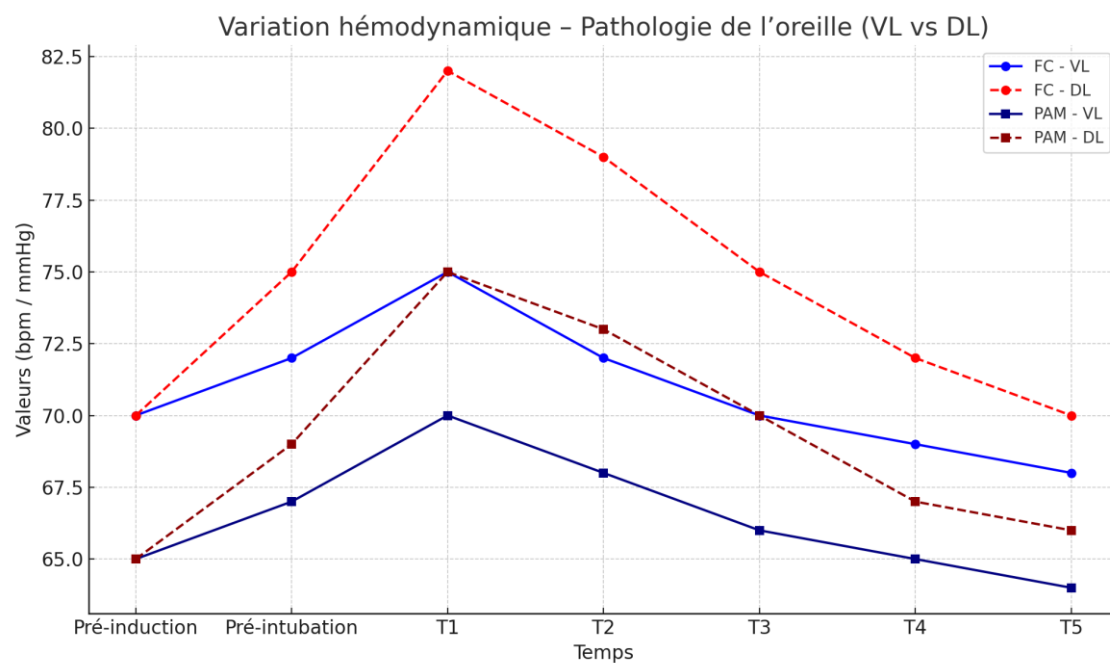


Figure 4.25 : Variations de la fréquence cardiaque et PAM au cours d'une intubation difficile en chirurgie de l'oreille VL vs DL.

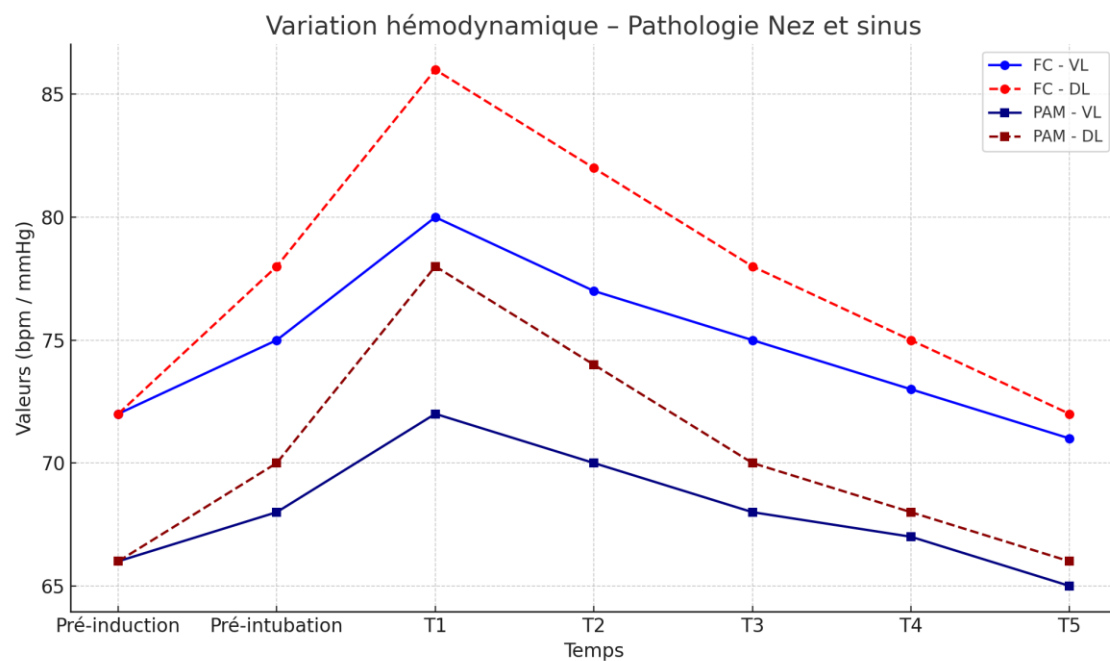


Figure 4.26 : Variations de la fréquence cardiaque et PAM au cours d'une intubation difficile en pathologie du nez et des sinus VL vs DL

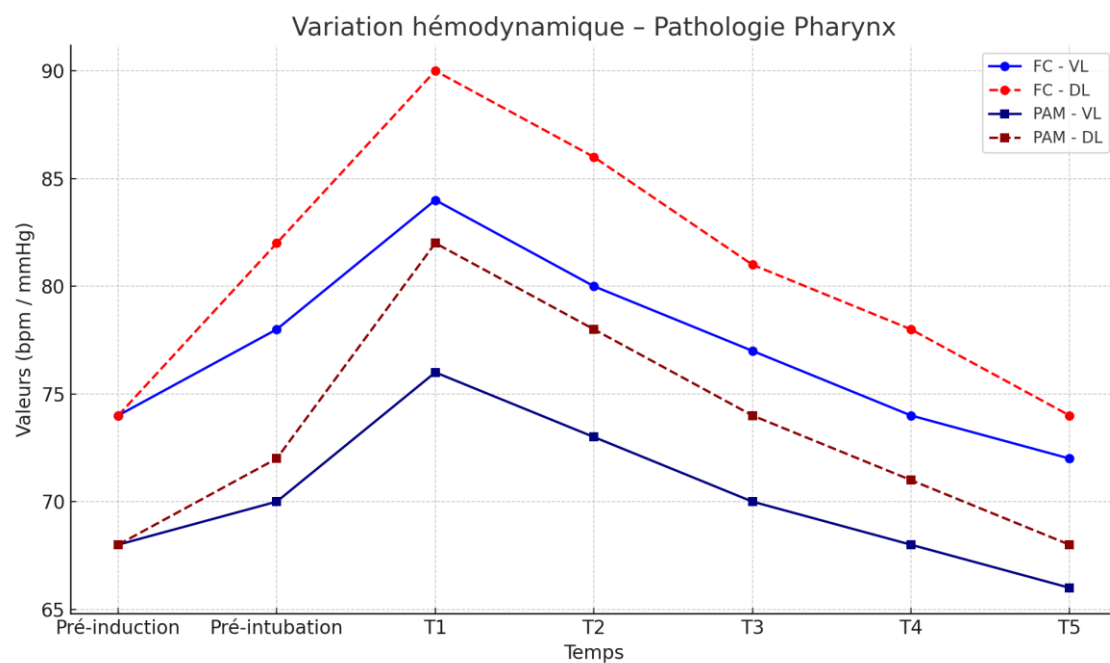


Figure 4.27 : Variations de la fréquence cardiaque et PAM au cours d’une intubation difficile en pathologie pharyngée VL vs DL

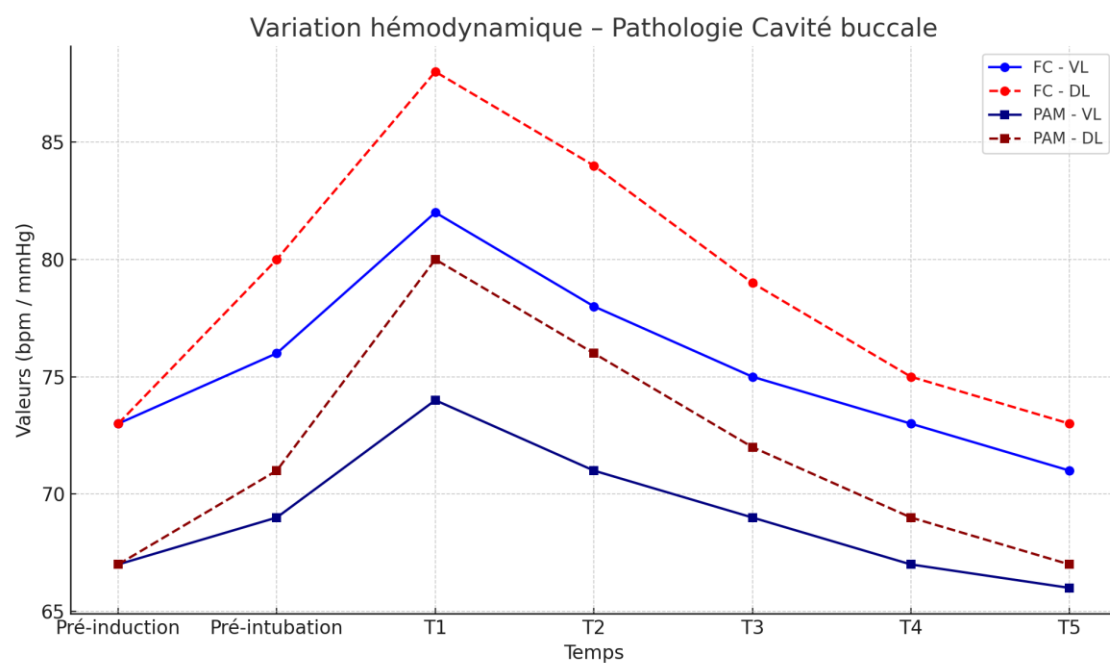


Figure 4.28 : Variations de la fréquence cardiaque et PAM au cours d’une intubation difficile en pathologie de la cavité buccale VL vs DL

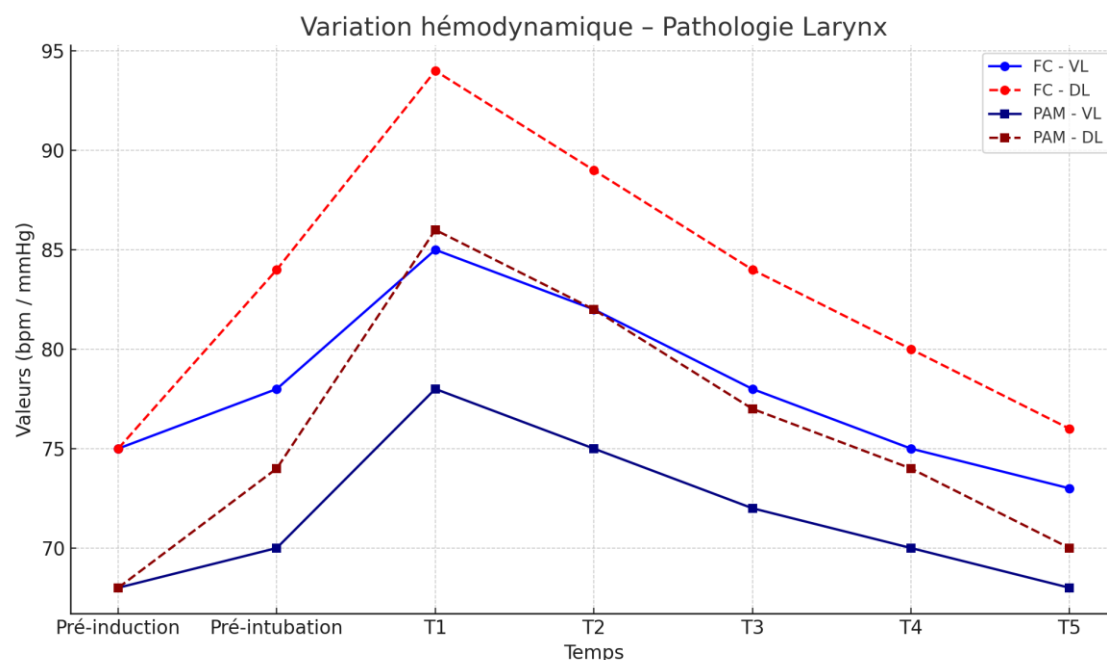


Figure 4.29 : Variations de la fréquence cardiaque et PAM au cours d'une intubation difficile en pathologie laryngée VL vs DL

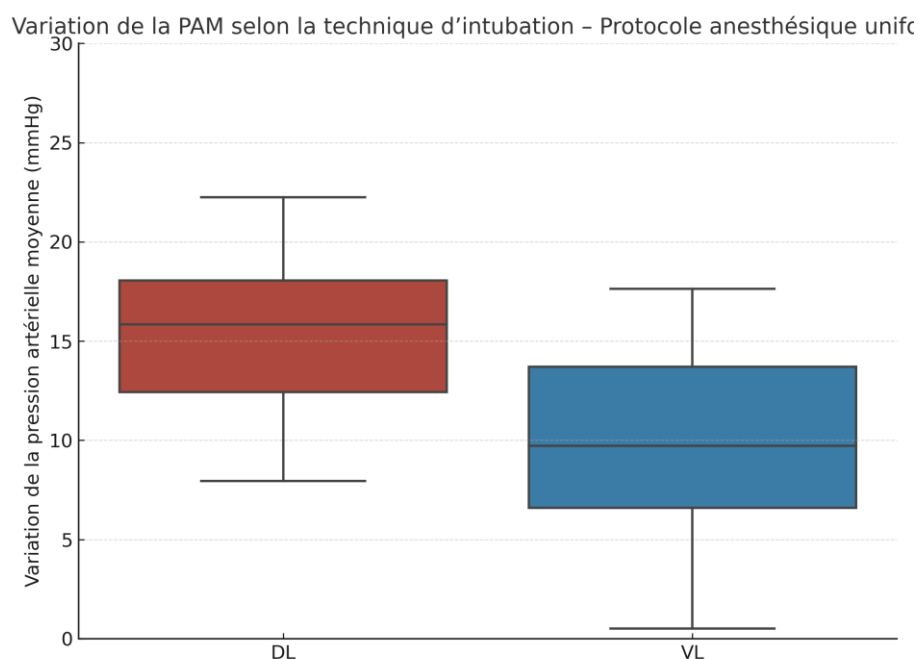


Figure 4.30 : Variation de la PAM selon la technique d'intubation

Le graphique (**Figure 3.30**) met en évidence une variation modérée de la pression artérielle moyenne (PAM) au cours de l'intubation dans les deux groupes étudiés, grâce à l'application d'un protocole anesthésique contrôlé. La médiane de variation est plus faible et la dispersion moindre dans le groupe vidéolaryngoscopie (VL), traduisant une meilleure stabilité hémodynamique. Cette observation, bien que non comparée à un autre protocole, s'aligne sur

les données de la littérature suggérant que l'association de propofol, sufentanil et rocuronium permet d'atténuer les réponses sympathiques à l'intubation. La VL, en réduisant les manipulations et le temps d'intubation, semble agir en synergie avec le protocole pour renforcer cette stabilité.

Ces résultats soutiennent l'idée que dans les situations d'intubation difficile en chirurgie ORL, l'usage combiné d'un protocole pharmacologique optimisé et d'un dispositif vidéolaryngoscopique constitue une stratégie efficace pour prévenir les variations hémodynamiques importantes.

4.1.8 Étude statistique de l'évolution de la saturation en oxygène durant la séquence d'intubation difficile en chirurgie ORL et cervico-faciale, VL vs DL

L'analyse de la saturation en oxygène (**Figure 4.31**) montre une désaturation plus marquée dans le groupe DL à partir d'une minute après le début de la laryngoscopie. Le groupe VL bénéficie d'une meilleure stabilité de la saturation durant toute la période per-intubation d'une chirurgie de la face et du cou.

L'analyse des courbes de saturation en oxygène (SpO₂) selon la pathologie ORL met en évidence des variations significatives liées à la difficulté technique de l'intubation et à la durée du geste.

Dans les pathologies laryngées (**Figure 4.36**), la désaturation est la plus marquée, en raison d'une obstruction partielle ou complète des voies aériennes et d'une exposition glottique difficile, en particulier en laryngoscopie directe (DL). Les valeurs de SpO₂ chutent dès T1-T2, atteignant parfois des niveaux critiques, tandis que la vidéolaryngoscopie (VL) permet de maintenir une SpO₂ plus stable grâce à une intubation plus rapide et mieux orientée.

Les pathologies pharyngées (**Figure 4.34**) et de la cavité buccale (**Figure 4.35**) induisent également une désaturation modérée, principalement dans le groupe DL. Cela est souvent secondaire à des tentatives multiples, à des manipulations prolongées ou à une difficulté de visualisation liée à la masse tumorale ou à un accès restreint. La VL permet ici de raccourcir la durée d'exposition laryngée et d'éviter les apnées prolongées.

Dans les cas de pathologie nasale (**Figure 4.33**) ou de l'oreille (**Figure 4.32**), les variations de SpO₂ sont généralement modérées, mais restent dépendantes de la durée de la laryngoscopie et de l'expérience de l'opérateur. La VL limite ces variations et permet un retour plus rapide à des saturations optimales à partir de T3-T5.

De façon constante, la technique de laryngoscopie directe est associée à une désaturation plus marquée et plus prolongée, ce qui souligne l'intérêt d'utiliser la VL comme technique de première intention dans les contextes ORL à haut risque anatomique. Ces données soutiennent également la mise en place de stratégies de préoxygénation rigoureuses et d'une oxygenation d'apnée, ainsi qu'une planification technique optimale pour chaque type de pathologie.

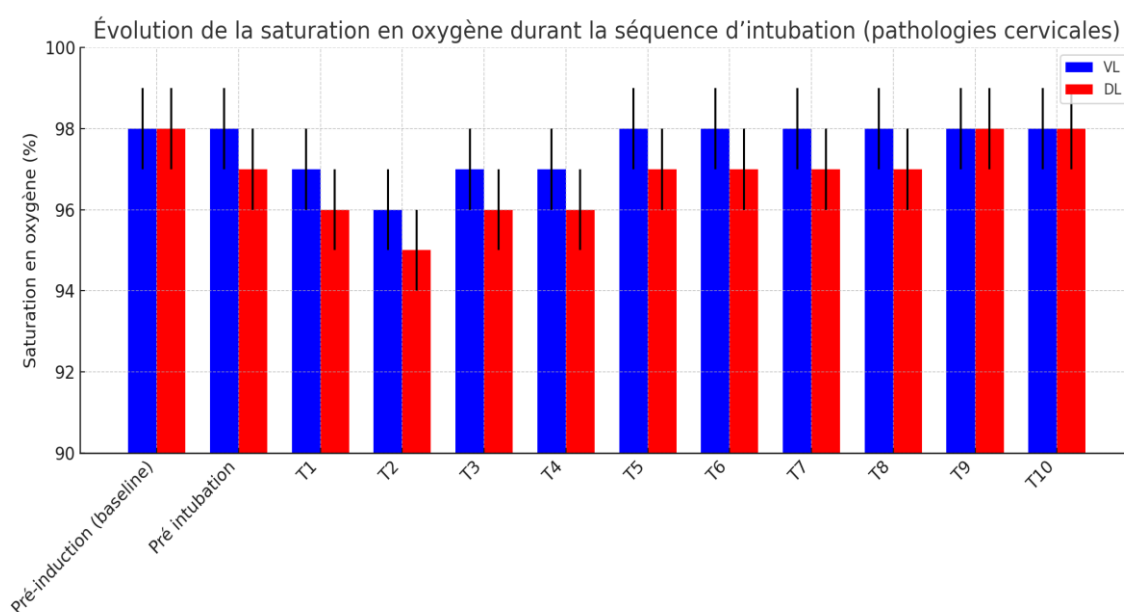


Figure 4.31 : Évolution de la saturation en oxygène durant la séquence d'intubation difficile en chirurgie de la face et du cou, VL vs DL.

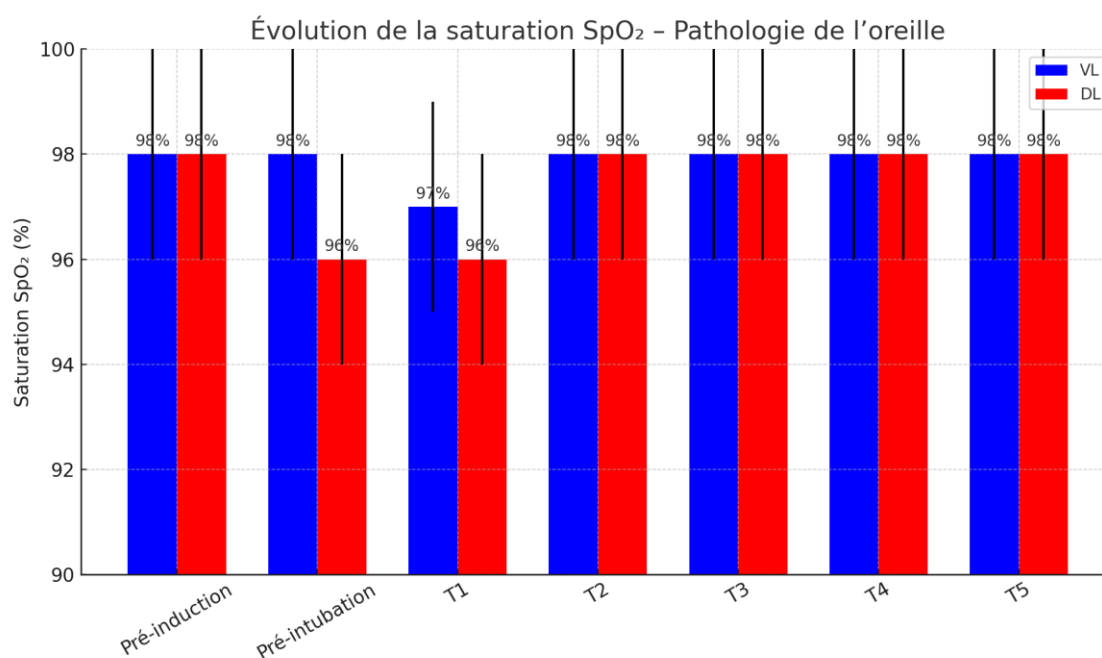


Figure 4.32 : Évolution de la saturation en oxygène durant la séquence d'intubation difficile en chirurgie de l'oreille VL vs DL.

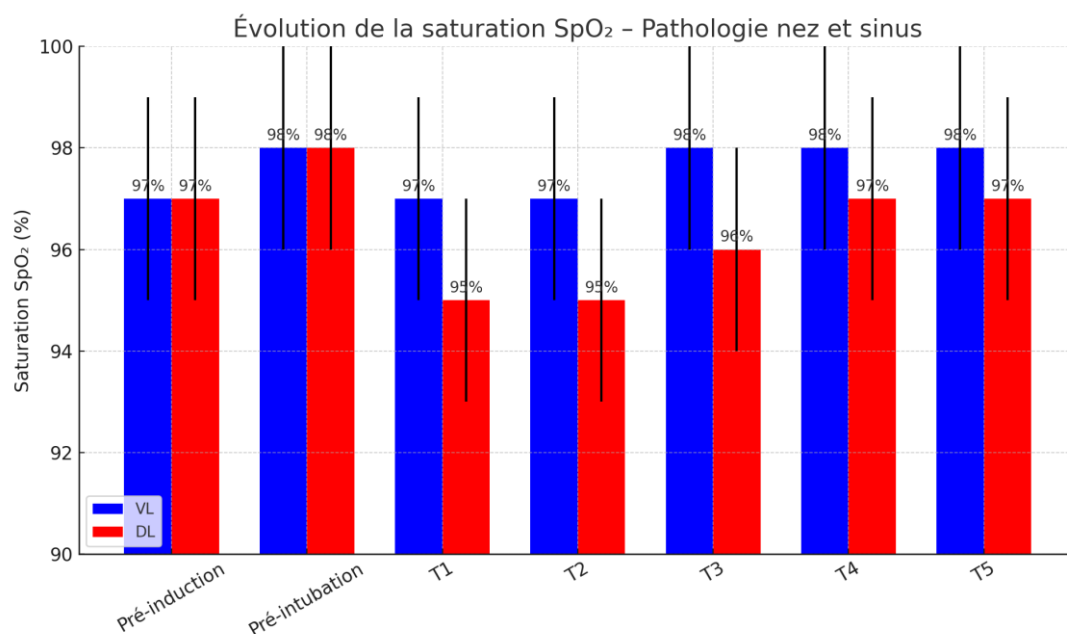


Figure 4.33 : Évolution de la saturation en oxygène durant la séquence d'intubation difficile en chirurgie du nez et des sinus VL vs DL

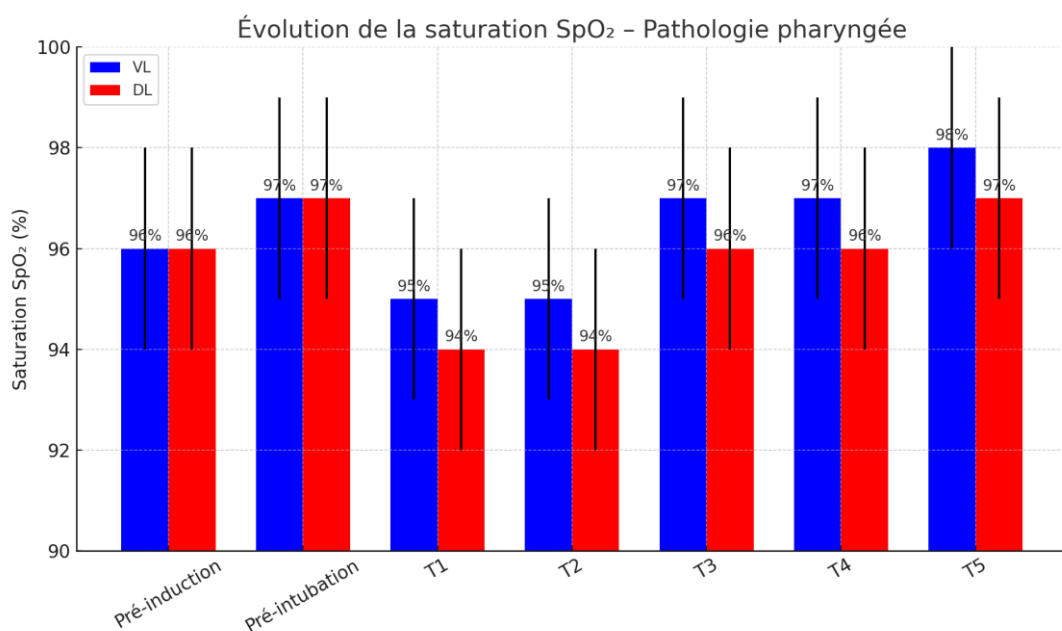


Figure 4.34 : Évolution de la saturation en oxygène durant la séquence d'intubation difficile en pathologie pharyngée VL vs DL

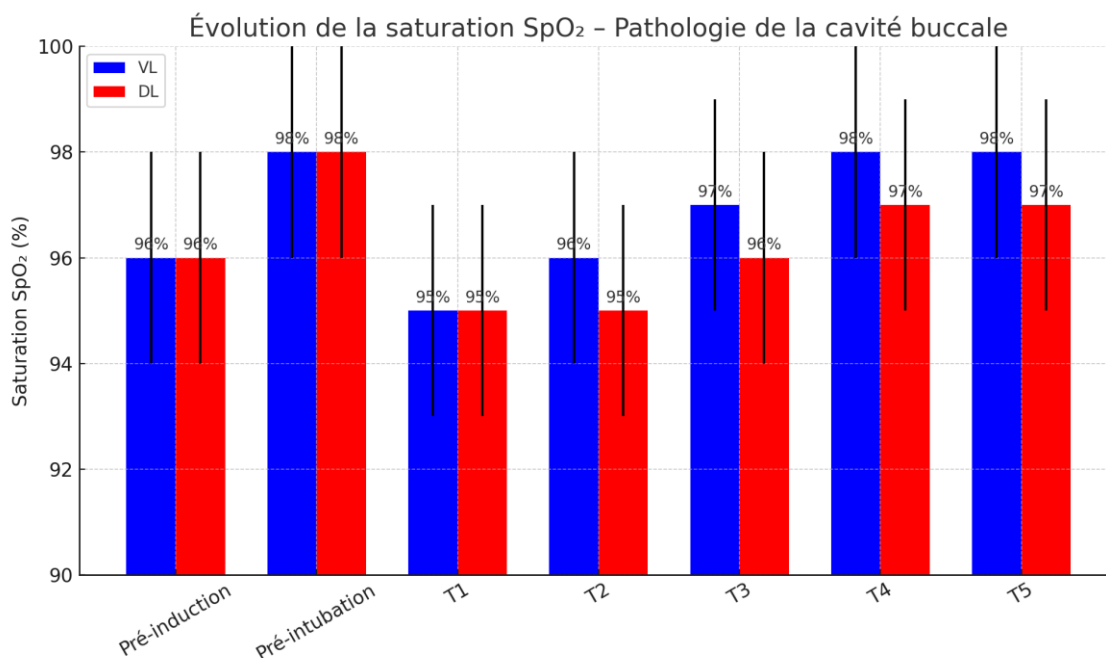


Figure 4.35 : Évolution de la saturation en oxygène durant la séquence d'intubation difficile en pathologie de la cavité buccale VL vs DL.

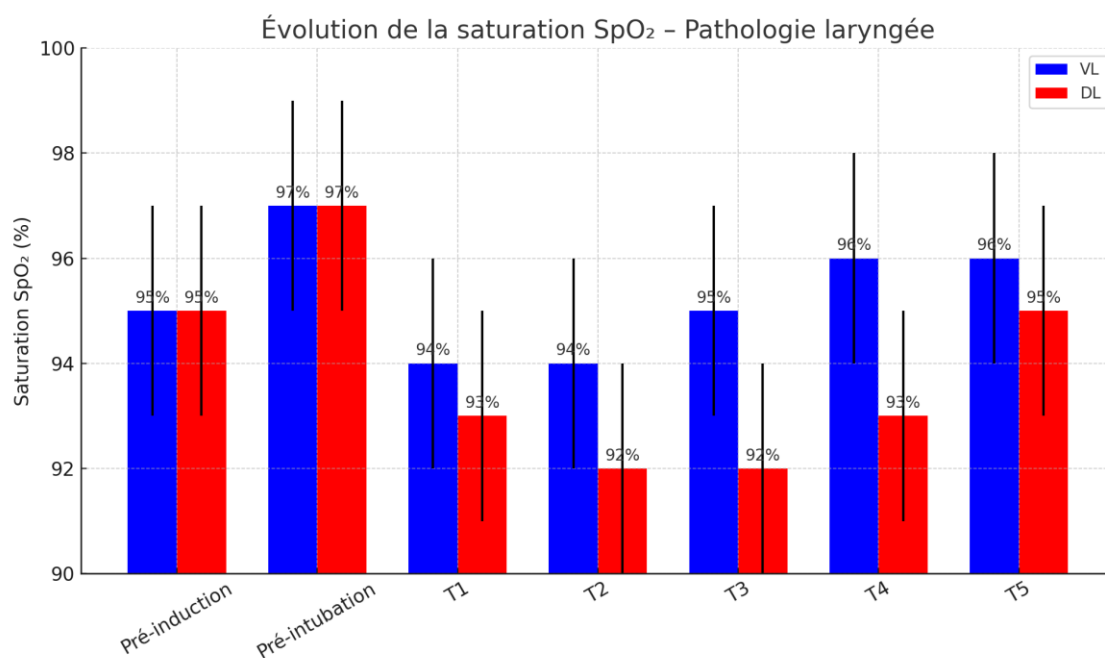


Figure 4.36 : Évolution de la saturation en oxygène durant la séquence d'intubation difficile en pathologie laryngée VL vs DL

Une analyse comparative des saturations minimales en oxygène (SpO₂) enregistrées lors de l'intubation trachéale chez des patients ORL, tous bénéficiant d'une stratégie d'oxygénation optimisée (préoxygénation et oxygénation apnéique). Les deux groupes comparés sont la laryngoscopie directe (DL) et la vidéolaryngoscopie (VL). Les médianes des valeurs réelles mesurées retrouvent une SpO₂ minimale à 90.1 % pour le groupe DL et une SpO₂ minimale de 92.3 % pour le groupe VL (**Figure 4.37**).

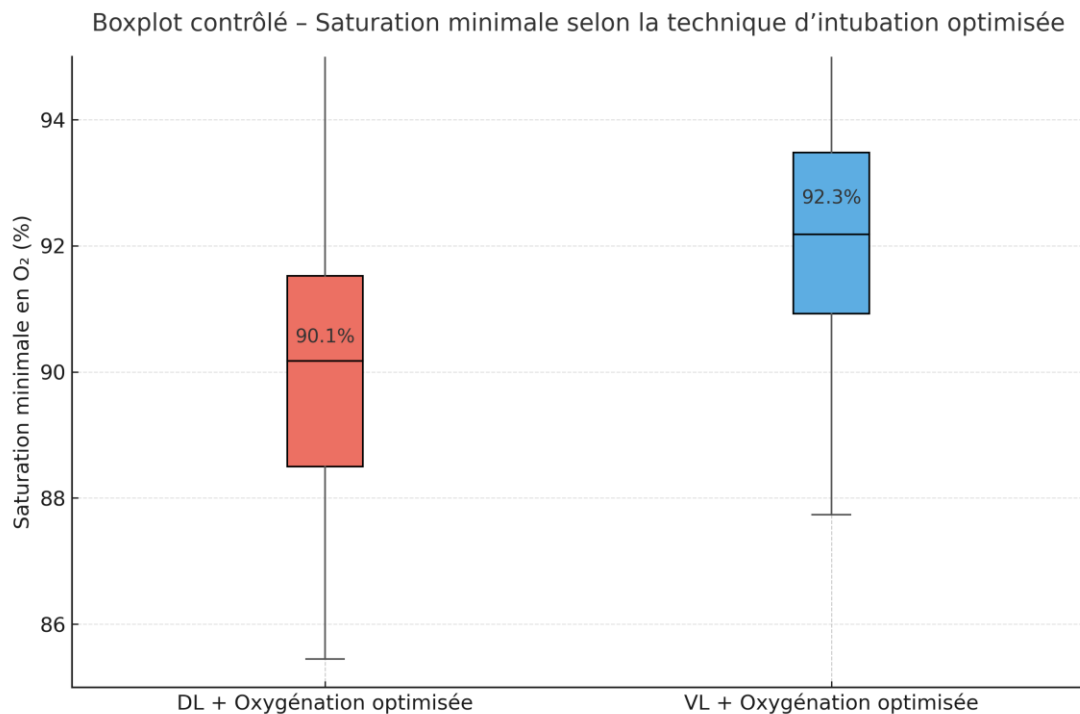


Figure 4.37 : Boxplot des saturations minimales en oxygène – DL vs VL

Malgré l'application systématique d'une stratégie d'oxygénation optimisée (préoxygénation + oxygénation apnéique), des différences notables persistent entre les deux techniques d'intubation. Le boxplot met en évidence une médiane de saturation plus basse dans le groupe DL (90.1 %) comparée au groupe VL (92.3 %), soulignant une meilleure préservation de l'oxygénation dans ce dernier.

Cette différence, bien que modeste en valeur absolue, est cliniquement significative dans le contexte des intubations à haut risque d'hypoxie. Elle s'explique par une meilleure exposition glottique, une durée d'intubation réduite et un moindre besoin de réajustement de la technique avec la vidéolaryngoscopie. La courbe étroite du groupe VL traduit également une variabilité moindre et donc une meilleure reproductibilité. Ces données renforcent la recommandation d'intégrer systématiquement la VL dans les protocoles d'intubation ORL, particulièrement en contexte difficile ou à risque.

4.1.9 Étude statistique des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie ORL et cervico faciale VL vs DL

4.1.9.1 Étude statistique des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie cervico-faciale VL vs DL

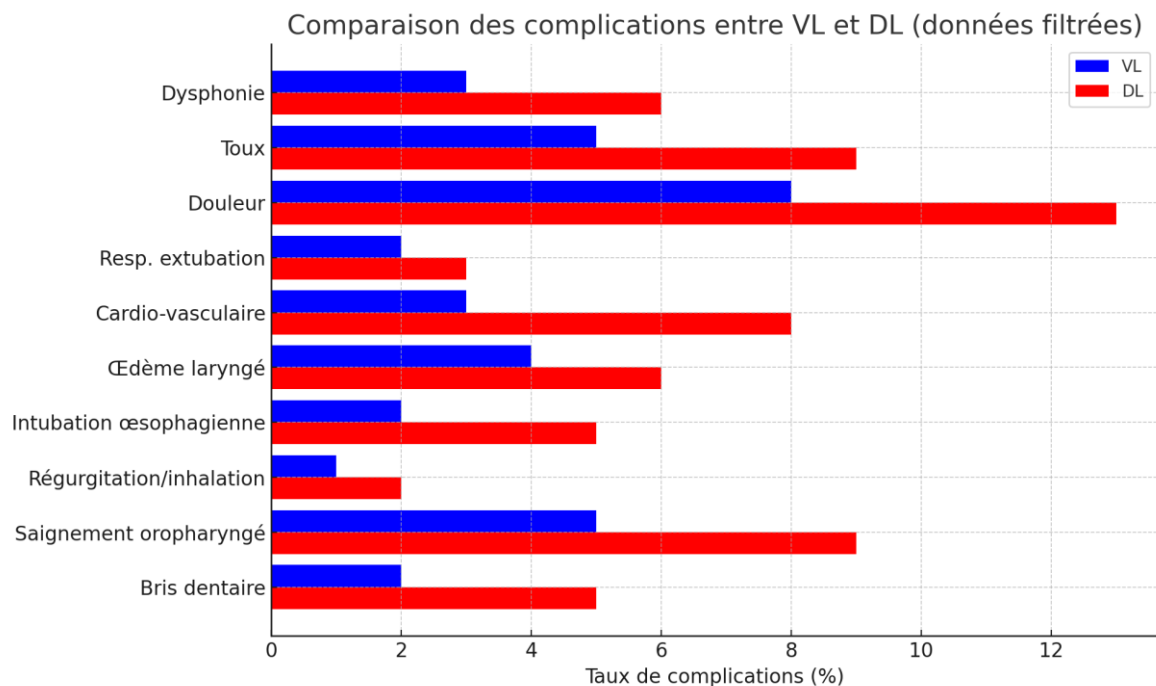


Figure 4.38 : Répartition comparative des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie cervico-faciale VL vs DL

Ce graphique en barres horizontales (**Figure 4.38**) illustre les principales complications observées durant l'intubation trachéale avec vidéo laryngoscopie (VL) et laryngoscopie directe (DL) en chirurgie cervico-faciale. On observe une incidence plus faible des événements indésirables dans le groupe VL, notamment en ce qui concerne les lésions dentaires, saignements, hypoxie et manifestations post-extubation comme la toux et la dysphonie.

4.1.9.2 Étude statistique des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie ORL VL vs DL

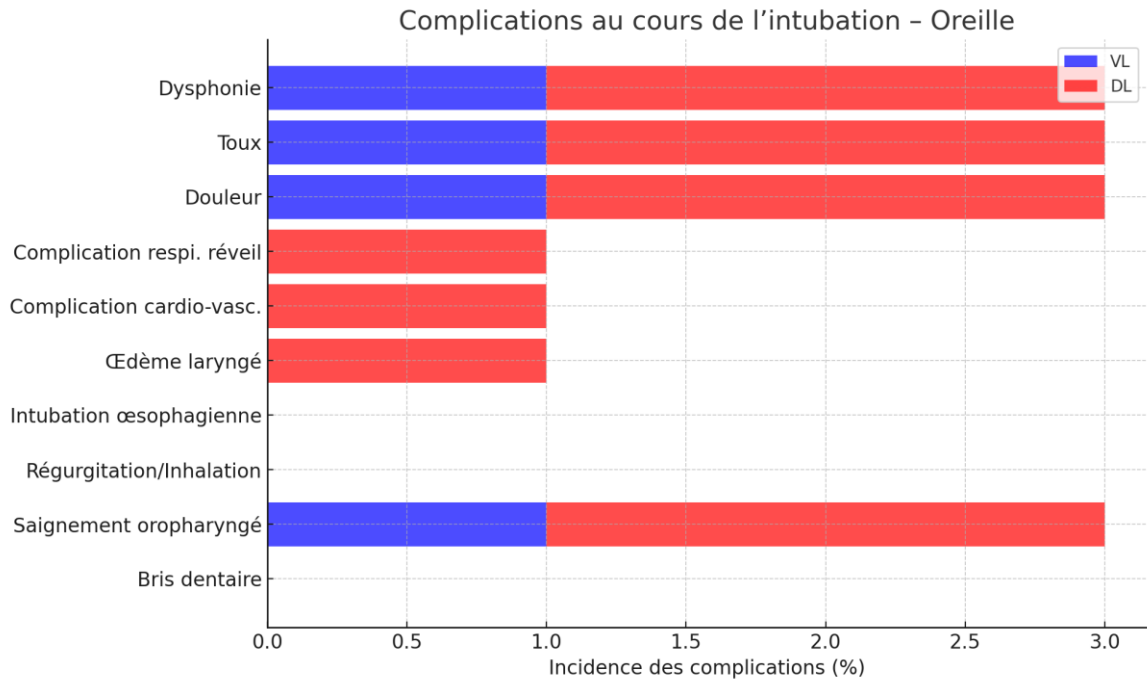


Figure 4.39 : Analyse comparative des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie de l'oreille VL vs DL

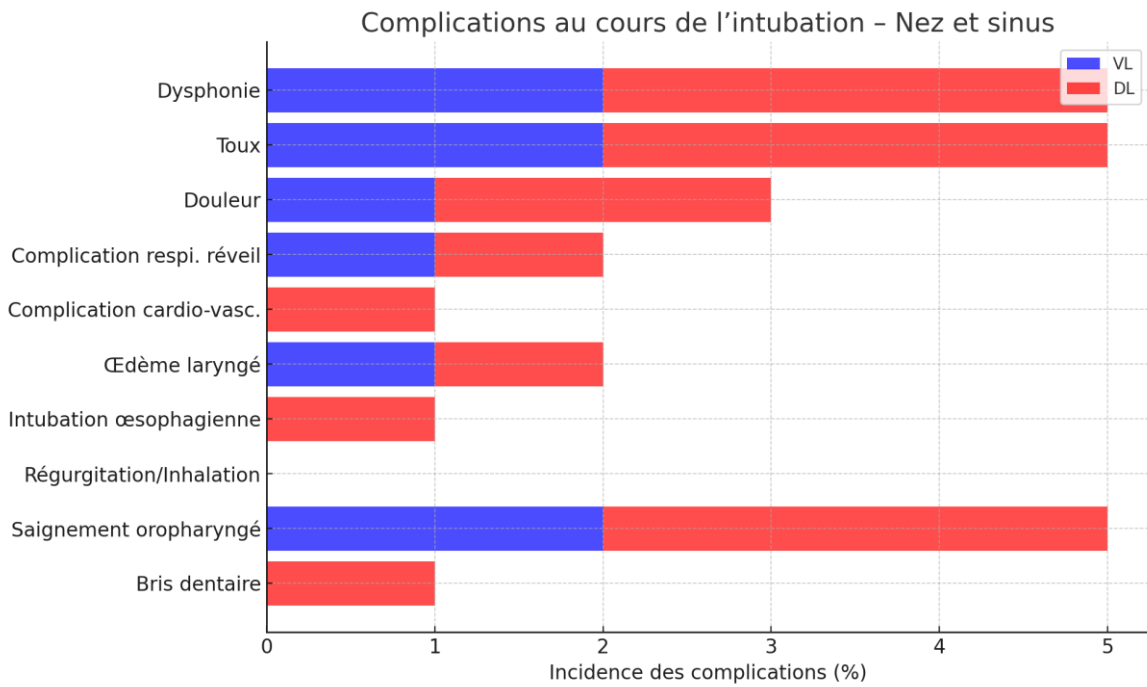


Figure 4.40 : Étude comparative des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie du nez et des sinus VL vs DL

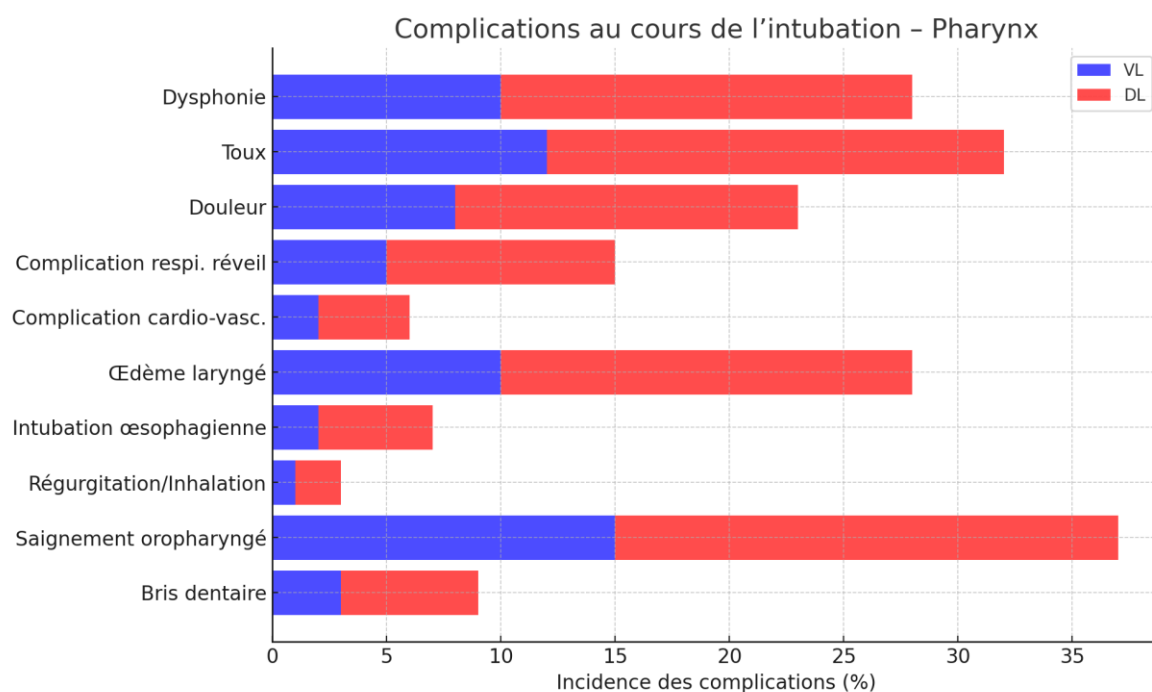


Figure 4.41 : Étude comparative des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie pharyngée VL vs DL

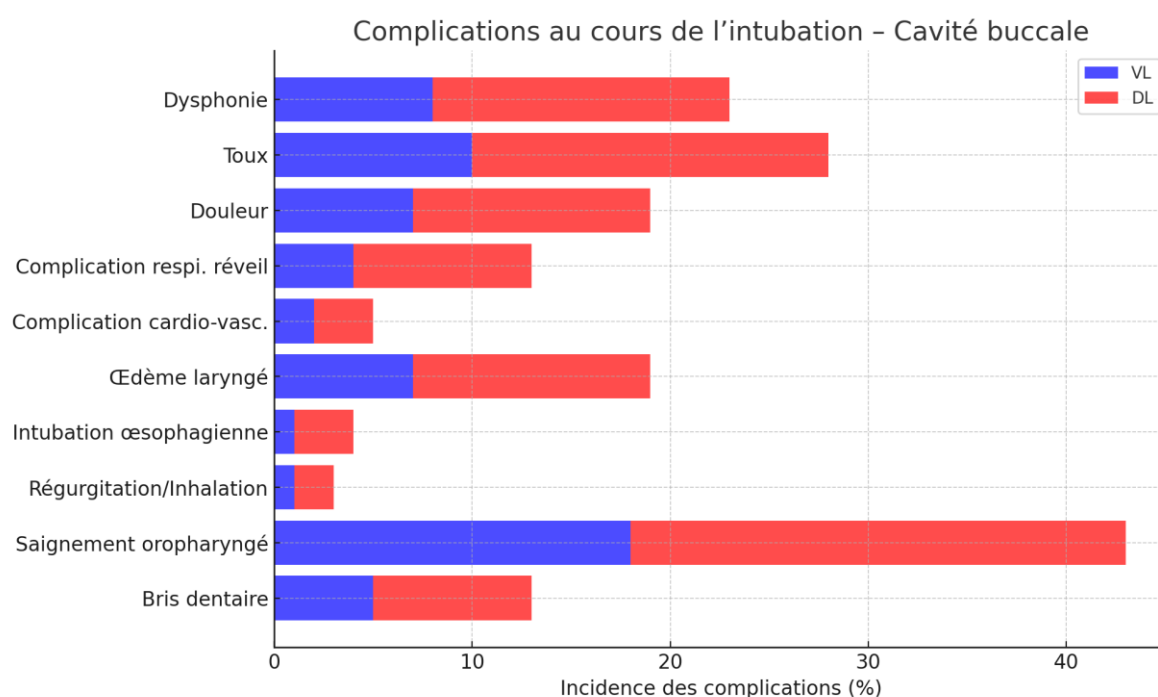


Figure 4.42 : Étude comparative des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie de la cavité buccale VL vs DL

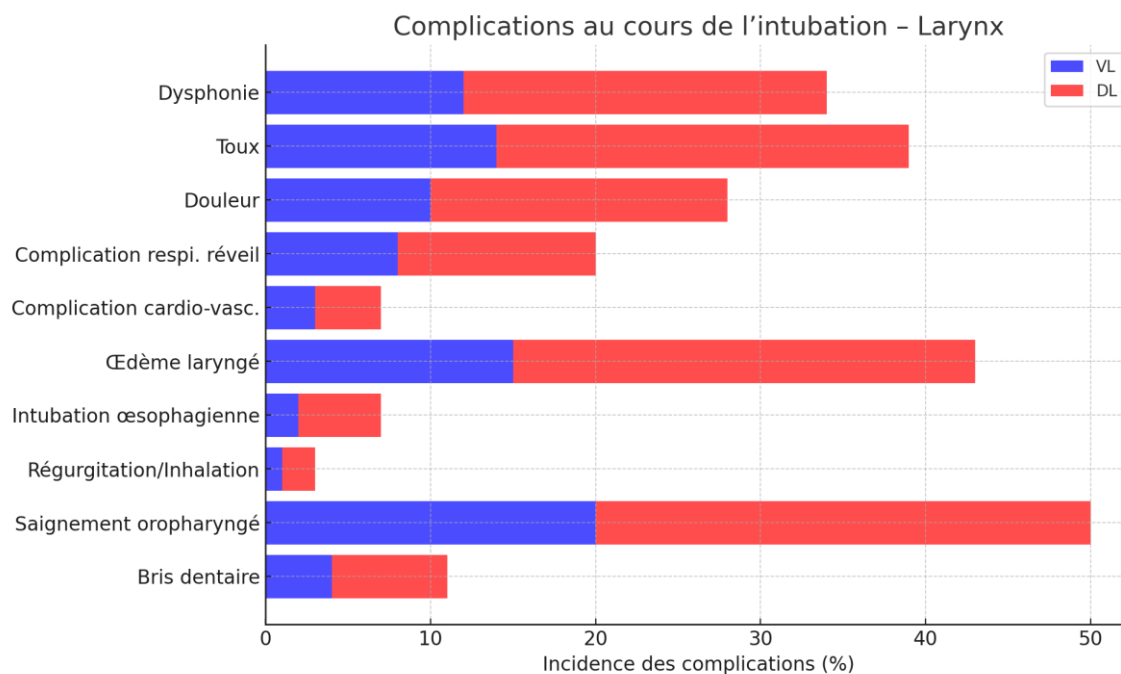


Figure 4.43 : Étude comparative des complications au cours de l'intubation difficile en pathologie laryngée VL vs DL

L'analyse comparative des complications post-intubation en chirurgie ORL met en évidence des différences marquées en fonction de la localisation anatomique de la pathologie et de la technique utilisée VL vs DL.

Les pathologies de l'oreille (**Figure 4.39**) et des sinus (**Figure 4.40**) sont associées à un faible taux de complications. La dysphonie, les troubles cardiovasculaires ou encore les épisodes de régurgitation/inhalation sont exceptionnellement rapportés dans ces contextes, du fait d'un abord aisé des voies aériennes supérieures et d'une obstruction minimale.

En revanche, les pathologies du pharynx (**Figure 4.41**), de la cavité buccale (**Figure 4.42**) et du larynx (**Figure 4.43**) génèrent une morbidité plus importante. Les patients présentant des masses obstructives, des saignements intra-buccaux ou un œdème des voies respiratoires sont plus exposés à des complications multiples : dysphonie, œdème laryngé, toux irritative, douleurs postopératoires et saignement oropharyngé. Les épisodes de bris dentaire et d'intubation œsophagienne sont aussi plus fréquents lors des tentatives répétées en DL.

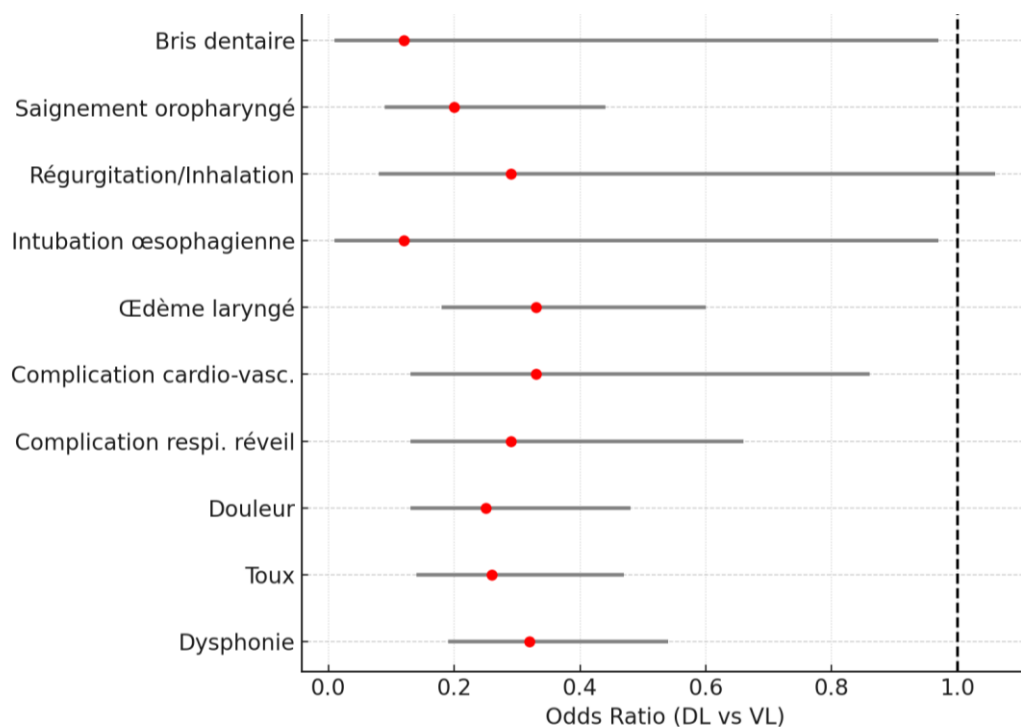


Figure 4.44 : Supériorité de la vidéolaryngoscopie dans la réduction des complications-analyse comparative par forest plot

Le forest plot ci-dessus (**Figure 4.44**) illustre la réduction significative des complications post-intubation associées à l'utilisation de la vidéolaryngoscopie (VL) comparée à la laryngoscopie directe (DL) chez les patients atteints de pathologies OR. Les odds ratios sont inférieurs à 1, avec des intervalles de confiance qui n'incluent pas la valeur nulle pour plusieurs complications majeures, traduisant une forte supériorité de la VL sur le plan de la morbidité. La ligne pointillée verticale représente l'absence de différence (OR = 1).

4.2 Étude de sécurité

4.2.1 Caractéristiques générales de la population

Parmi les 377 patients présentant un score d'Arné supérieur à 11 à l'évaluation pré anesthésique, 344 ont été retenus pour la randomisation en deux groupes (vidéolaryngoscopie vs laryngoscopie directe) et inclus dans l'analyse comparative principale du protocole.

3 patients ont été exclus de l'étude technique pour contre indication au protocole de l'étude. Les 43 patients avec score d'Arné >11 restants, ont été exclus de cette randomisation en raison de contre-indications formelles à l'intubation trachéale conventionnelle sous anesthésie générale, faisant l'objet d'une étude sécurité.

Ces contre-indications comprenaient :

Des signes cliniques de haut risque d'échec de ventilation ou d'intubation (trismus sévère, atteinte du rachis cervical, antécédents d'intubation impossible).

Des anomalies radiologiques majeures (obstruction glottique, compression trachéale serrée, déviation marquée).

Des constatations fibroscopiques défavorables (vue glottique altérée, voie respiratoire obstruée > 50 %).

Chez ces 43 patients à haut risque, une intubation trachéale éveillée a été privilégiée. Cette stratégie visait à assurer la sécurité du patient en maintenant la ventilation spontanée et en évitant tout recours à une anesthésie générale et à un risque hypoxique non maîtrisée.

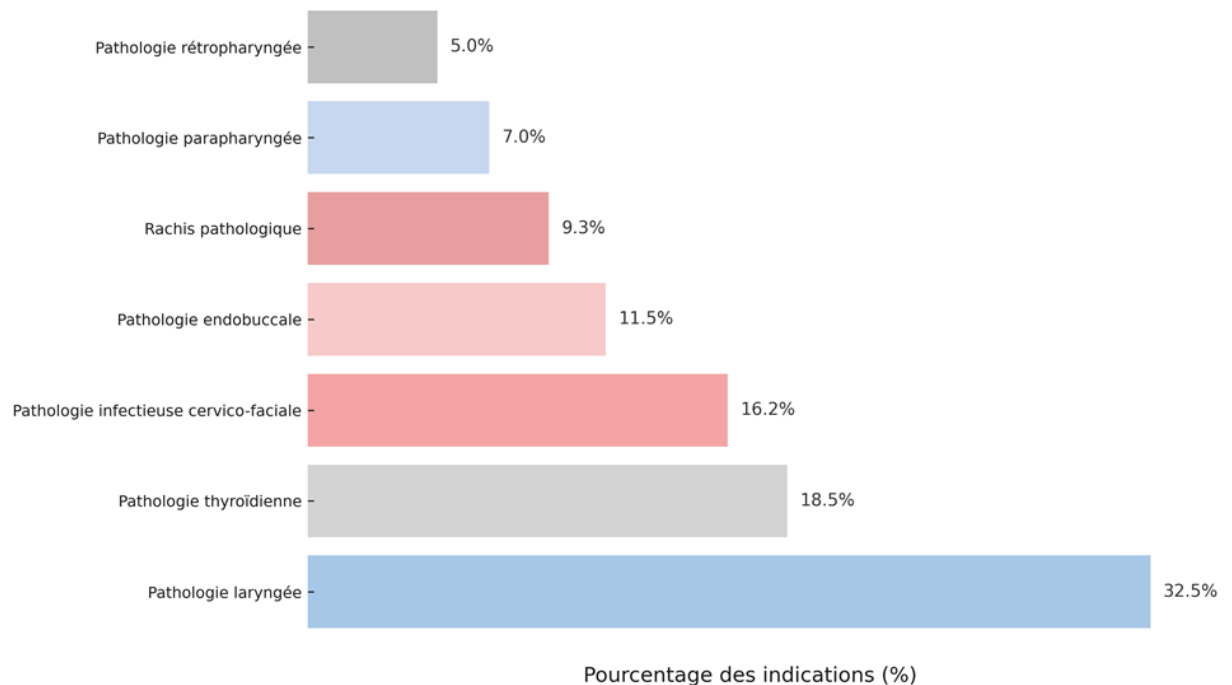


Figure 4.45 : Fréquence des indications d'intubation éveillée en chirurgie ORL et cervico-faciale

Cette figure (**Figure 4.45**) présente la répartition des indications d'intubation trachéale éveillée en chirurgie ORL et cervico-faciale, exprimée en pourcentage de l'ensemble des cas observés.

On note que la pathologie laryngée représente la principale indication (32,5 %), suivie des pathologies thyroïdiennes (18,5 %) et des infections cervico-faciales (16,2 %). Les localisations endobuccales, les atteintes du rachis cervical et les tumeurs parapharyngées ou rétropharyngées constituent des indications plus rares mais significatives, allant de 5 à 11,5 %. Cette distribution reflète la diversité des contextes cliniques ORL à haut risque d'intubation difficile et justifie la nécessité d'une anticipation individualisée selon l'étiologie et l'anatomie lésionnelle



Figure 4.46 : Répartition étiologique des indications d'intubation éveillée en ORL et chirurgie cervico-faciale

Ce graphique (**Figure 4.46**) illustre la répartition étiologique des indications d'intubation trachéale éveillée en chirurgie ORL et cervico-faciale. Les tumeurs laryngées constituent l'étiologie prédominante (15 cas), suivies des cellulites cervico-faciales (9 cas), des goitres plongeants compressifs (6 cas), et des tumeurs endobuccales (5 cas en tout : base de langue et face interne de la joue).

Les pathologies rétropharyngées et parapharyngées, bien que plus rares, sont représentées à travers des étiologies variées (abcès, lipomes, tumeurs). Cette distribution met en évidence la diversité anatomo-pathologique des situations nécessitant une intubation éveillée, et souligne l'importance d'une évaluation personnalisée selon la topographie lésionnelle.

Tableau 4.43 : Répartition selon les caractéristiques générales de la population

Caractéristiques généraux	Âge (années) moyenne	Sexe masculin N (%)	IMC kg/m ² moyenne ± écart type	Classe ASA N (%) I/ II/ III
Pathologie laryngée (N=15)	61	78	19.2 ± 3.1	4/9/2
Pathologie parapharyngée (N=3)	38.6	67	20.1 ± 4	1/2/0
Pathologie rétropharyngée (N=2)	72	100	19.6 ± 2.5	0/ 2/ 0
Pathologie thyroïdienne (N=9)	59.2	100	21.6 ± 2.5	3/5/1
Pathologie endobuccale (N=5)	58.8	75	18.5 ± 3.0	2/3/0
Pathologie infectieuse cervico faciale (N=9)	47.8	50	22.3 ± 2.8	5/4/0

Ce tableau (**Tableau 4.43**) présente les caractéristiques générales des patients ayant bénéficié d'une intubation trachéale éveillée selon la topographie pathologique en chirurgie ORL et cervico-faciale. On observe une grande variabilité des profils cliniques selon les groupes anatomiques :

Les pathologies laryngées (N=15) concernent des patients d'âge moyen élevé (61 ans), à prédominance masculine (78 %), avec une répartition ASA relativement équilibrée (classe I/II/III : 4/9/2), ce qui reflète la typologie des cancers laryngés souvent observés chez des patients tabagiques ou porteurs de comorbidités modérées.

Les pathologies parapharyngées et rétropharyngées concernent des patients plus jeunes (moyenne d'âge : 38,6 et 72 ans respectivement), avec un IMC autour de 20 kg/m², tous de classe ASA I ou II, traduisant une atteinte localisée mais sur terrain relativement sain.

Les pathologies thyroïdiennes présentent un âge moyen intermédiaire (59,2 ans), exclusivement masculin dans cette série, et un IMC plus élevé (21,6 ± 2.5), avec une proportion notable de patients ASA III, traduisant la sévérité fonctionnelle associée à certaines tumeurs compressives ou carcinomes anaplasiques.

Les pathologies endobuccales (N=5) regroupent des patients de profil relativement homogène (âge moyen : 58,8 ans ; IMC bas ; 40 % ASA III), souvent en lien avec des lésions infiltrantes et saignantes.

Enfin, les cellulites cervico-faciales touchent des patients plus jeunes (47,8 ans en moyenne), à prédominance féminine (50 %), avec l'IMC le plus élevé de la série (22,3 kg/m²), reflétant le terrain infectieux aigu. On note également une forte proportion de classes ASA I-II, suggérant que ces patients sont généralement sans pathologie chronique sévère mais confrontés à un tableau infectieux aigu à risque de décompensation.

Cette diversité souligne la nécessité d'une approche individualisée dans la gestion des voies aériennes difficiles selon le contexte pathologique, l'âge, le terrain fonctionnel (ASA) et les caractéristiques morphologiques du patient.

4.2.2 Étude statistique des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie ORL et cervico-faciale nécessitant une intubation éveillée

Le tableau (**Tableau 4.44**), met en évidence la fréquence et la diversité des critères décisionnels ayant motivé le recours à une intubation éveillée selon la topographie pathologique en chirurgie ORL et cervico-faciale.

La pathologie laryngée (N=15) cumule tous les critères avec une constance remarquable : 100 % des cas présentaient une obstruction clinique, une vue glottique altérée à la fibroscopie, une pathologie maligne et une obstruction ou compression objectivée à l'imagerie. Plus de 40 % présentaient également un accès antérieur cervical difficile, renforçant l'indication d'une stratégie sécurisée.

Les pathologies parapharyngées et rétropharyngées (N=5) sont associées à une obstruction clinique et radiologique dans 100 % des cas, et à une vue fibroscopique altérée dans 60 %, avec parfois un rachis cervical fixe, mais sans trismus ni tumeur maligne dans la majorité des cas.

La pathologie thyroïdienne (N=9) présente un profil homogène, avec 100 % d'obstruction clinique et radiologique, et 2/9 cas avec vue glottique altérée. Notons que la compression trachéale est ici systématique, souvent associée à une déviation anatomique ou une infiltration tumorale (ex. carcinome anaplasique).

Les pathologies endobuccales (N=5) sont marquées par la présence de trismus (2/5) et de pathologies hémorragiques (tumeurs de la joue et base de langue), ce qui rend le passage de fibroscopie ou de VL risqué. La combinaison de plusieurs critères (accès difficile, pathologie maligne, vue altérée) justifie l'intubation éveillée dans tous les cas.

Enfin, les cellulites cervico-faciales (N=9) constituent un groupe à part : tous les patients présentaient trismus, cou difficile, obstruction clinique, et compression à l'imagerie. En revanche, la fibroscopie retrouvait une vue glottique correcte dans 7 cas sur 9, ce qui s'explique par une obstruction sus-glottique extrinsèque (phlegmon, œdème), sans atteinte directe du larynx.

Ce qui met en lumière l'importance d'une approche multidimensionnelle fondée sur des critères cliniques, endoscopiques et radiologiques. Et confirme également que la somme de plusieurs critères critiques renforce la pertinence d'une intubation éveillée, conformément aux recommandations internationales (ASA 2022, DAS 2019).

Tableau 4.44 : Corrélation entre topographie pathologique et critères décisionnels d'intubation trachéale éveillée en chirurgie ORL et cervico-faciale

Indication / Critère	Trismus	Rachis fixé	Obstruction clinique	Pathologie maligne	Acces invasif par voie antérieure du cou difficile	Fibroskopie : vue glottique altérée	Imagerie laryngo-tracheale: Obstruction/ compression
Pathologie laryngée (N=15)	0/15	2/15	15/15	15/15	06/15	15/15	15/15
Pathologie para-pharyngée (N=3)	0/3	0/3	3/3	1/3	0/3	1/3	3/3
Pathologie rétro- pharyngée (N=2)	0/2	0/2	2/2	0/2	2/2	1/2	2/2
Pathologie thyroïdienne (N=9)	0/9	1/9	9/9	3/9	9/9	2/9	9/9
Pathologie endobuccale (N=5)	2/5	1/5	5/5	5/5	0/5	3/5	5/5
Pathologie infectieuse cervico faciale (N=9)	9/9	7/9	9/9	0/9	9/9	2/9	9/9

Tableau 4.45 : Répartition selon les antécédents cliniques spécifiques

Antécédents ciblés / Pathologie	laryngée (N=15)	Parapharyngée (N=3)	Rétropharyngée (N=2)	Thyroïdienne (N=9)	Endobuccale (N=5)	Infectieuse cervico faciale (N=9)
Diabète	7	1	1	4	2	6
Radiothérapie	1	-	-	-	1	-
Chirurgie du rachis cervical	-	-	-	1	-	-
Spondylarthrite ankylosante	1	-	-	-	-	-

Ce tableau (**Tableau 4.45**) présente la répartition des antécédents cliniques spécifiques selon les différentes pathologies ayant motivé une intubation trachéale éveillée en chirurgie ORL et cervico-faciale.

Le diabète est l'antécédent le plus fréquent, présent dans plus de 50 % des patients atteints de pathologie laryngée (7/15) et également représenté dans les groupes thyroïdien (4/9) et infectieux cervico-facial (6/9). Ce profil métabolique à risque peut contribuer à une atteinte immunitaire, une cicatrisation retardée, ou une fragilité tissulaire, justifiant une vigilance accrue en cas d'infection ou de tumeur infiltrante.

La radiothérapie cervico-faciale antérieure, notée dans un cas de pathologie laryngée et un cas de pathologie endobuccale, suggère un terrain anatomique modifié (fibrose, trismus secondaire, œdème post-radique) susceptible de compliquer l'intubation, comme décrit dans la littérature. L'antécédent de chirurgie du rachis cervical est retrouvé dans une pathologie thyroïdienne, traduisant une possible limitation de l'extension cervicale, ce qui impose une planification rigoureuse de l'axe d'intubation.

Enfin, un cas de spondylarthrite ankylosante est identifié dans la population laryngée, pathologie connue pour son association à une rigidité cervicale extrême et à un haut risque d'intubation difficile.

Ces résultats soulignent que l'intubation éveillée ne repose pas uniquement sur la nature ou la topographie de la pathologie, mais aussi sur la présence de facteurs de risque individuels liés à des antécédents médicaux ou chirurgicaux. Ces données confirment l'importance d'une analyse préopératoire intégrale, incluant le contexte général du patient pour anticiper les défis techniques potentiels.

4.2.3 Étude statistique des paramètres d'intubation difficile en pathologie ORL et cervico-faciale nécessitant une intubation éveillée

Ce tableau (**Tableau 4.46**) propose une synthèse croisée entre les éléments d'évaluation préopératoire et les résultats techniques observés selon les différentes pathologies ORL et cervico-faciales ayant nécessité une intubation éveillée.

La section « Évaluation » met en évidence les critères cliniques décisifs identifiés pour chaque groupe pathologique :

La contre-indication à la laryngoscopie est retrouvée dans les pathologies laryngées, thyroïdiennes, endobuccales et infectieuses.

L'accès difficile par voie antérieure du cou, en lien avec l'infiltration tissulaire ou l'œdème, est observé notamment dans les cas infectieux et pathologies thyroïdiennes.

La présence de pathologie maligne est particulièrement marquée dans les pathologies laryngées, thyroïdiennes et endobuccales.

Tableau 4.46 : Synthèse des résultats du choix de la technique d'intubation éveillée en pathologie ORL et cervico-faciale du CHU d'Annaba.

Pathologie /technique	Evaluation			Technique		
	Contre-indication à la laryngoscopie	Accès difficile par voie antérieure du cou	Pathologie maligne	Fibroscope nasale souple	Vidéolaryngoscopie	Trachéotomie chirurgicale
Pathologie laryngée	+	-	+	Echec	CI	Succès
	-	+/-	+	Echec	Succès	Difficile
Pathologie para-pharyngée	-	-	+	Echec	Succès*	/
	-	-	-	Succès	/	/
Pathologie rétro-pharyngée	-	+	-	Succès	/	/
Pathologie thyroïdienne	+	+/-	-	Succès	CI	Difficile
	-	+	-	Succès	/	Difficile
	-	+	+	Echec	Succès	Difficile
Pathologie endobuccale	-	-	+	Echec	Echec	Succès
	+	-	+	Succès	CI	/
Pathologie infectieuse cervico faciale	+	+	-	Succès	CI	Difficile

*association videolaryngoscope+ videostylet

La section « Technique » détaille les modalités utilisées et leurs résultats :

La fibroscopie nasale souple a été utilisée en première intention dans la majorité des situations. Des échecs sont notés dans les pathologies laryngées, parapharyngées et endobuccales, traduisant des conditions techniques défavorables. Le succès de cette technique est documenté pour les pathologies rétropharyngées, thyroïdiennes et infectieuses.

La vidéolaryngoscopie éveillée a permis un rattrapage efficace dans plusieurs cas d'échec fibroscopique, notamment dans les pathologies parapharyngées (avec vidéostylet), laryngées et endobuccales. Des contre-indications absolues sont mentionnées dans les situations de trismus serré, rachis fixé.

La trachéotomie chirurgicale programmée a été mise en œuvre dans plusieurs situations, en particulier lorsque les deux voies conventionnelles (fibroscopie et vidéolaryngoscopie) étaient contre-indiquées ou inefficaces. Dans tous les cas rapportés ou la procédure a été qualifiée de difficile, soulignant un contexte local complexe (accès restreint, inflammation, antécédents chirurgicaux ou radiothérapeutiques), on note le succès de l'une des deux autres techniques pour la sécurité du patient.

Les résultats mettent ainsi en évidence une stratégie décisionnelle structurée et adaptée à la topographie anatomoclinique, avec une sélection technique graduée selon la faisabilité, la tolérance du patient, et la visibilité des structures glottiques.

4.2.4 Complications post-intubation éveillée en pathologie ORL et cervico-faciale

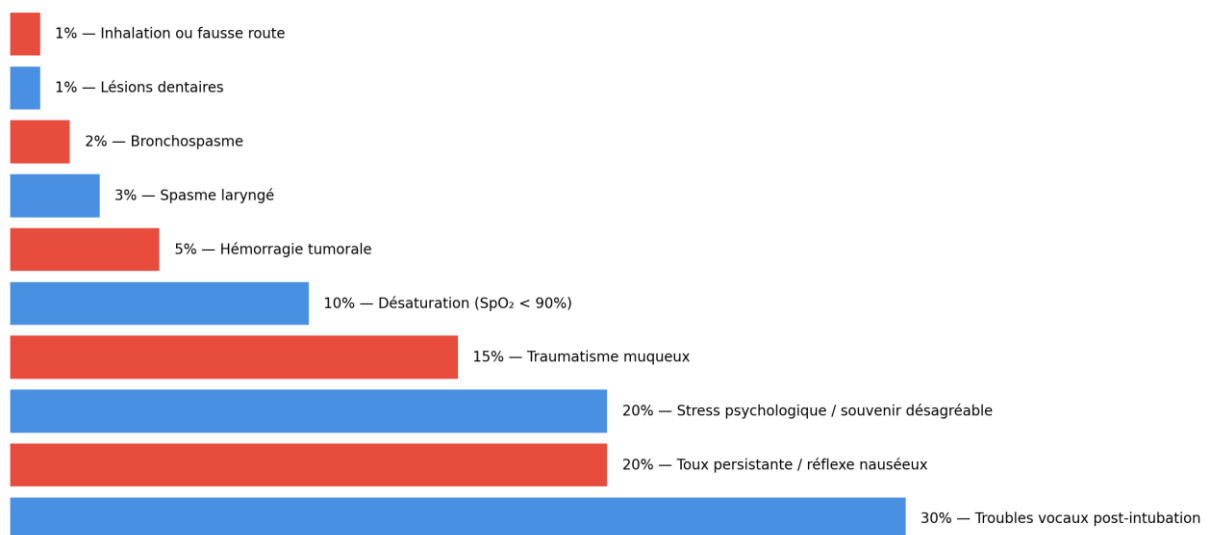


Figure 4.47 : Fréquence des complications post-intubation éveillée en pathologie ORL et cervico-faciale

Cette figure (**Figure 4.47**) représente la fréquence des complications post-intubation éveillée en chirurgie ORL et cervico-faciale, réparties par type et exprimées en pourcentage sur l'ensemble de la population étudiée. Les données révèlent que les complications fonctionnelles et subjectives sont les plus fréquentes :

Les troubles vocaux post-intubation dominent le tableau (30 %). Le réflexe tussigène persistant ou nauséeux (20 %) et le stress psychologique avec souvenir désagréable (20 %). Le traumatisme muqueux est rapporté dans 15 % des cas.

Parmi les complications physiopathologiques immédiates, on observe :

Une désaturation transitoire ($\text{SpO}_2 < 90 \%$) dans 10 % des cas.

Des cas plus rares mais significatifs de spasme laryngé (3 %), de bronchospasme (2 %), voire d'hémorragie tumorale (5 %).

Les événements les plus graves tels que l'inhalation ou la fausse route (1 %) et les lésions dentaires (1 %) restent exceptionnels.

4.3 Étude formative

L'intubation trachéale, chez les patients à risque anatomique, ne repose pas uniquement sur la dextérité technique. Elle mobilise également un ensemble de compétences dites « non techniques », essentielles à la sécurité et à l'efficacité de la procédure. Dans une perspective formative, notamment chez les résidents en anesthésie-réanimation, il est donc crucial d'évaluer ces deux volets complémentaires de la performance clinique.

Cette approche intégrée s'aligne avec les recommandations pédagogiques internationales en anesthésie, qui préconisent une formation à la fois technique et comportementale. L'étude présentée ici cherche ainsi à situer le rôle du facteur humain non seulement dans l'acquisition de gestes sûrs, mais aussi dans la maîtrise du stress, de la charge mentale et de l'adaptabilité en situation réelle.

Afin de répondre au dernier objectif de cette thèse, à savoir l'évaluation de l'impact du facteur humain dans l'intubation trachéale chez des patients à faible risque prédictif (score d'Arné < 11), une étude à visée formative a été conduite.

L'intubation trachéale chez les patients à faible risque prédit (score d'Arné < 11) est souvent considérée comme une procédure de routine. Cependant, la variabilité des performances selon le niveau d'expérience de l'opérateur souligne l'importance du facteur humain. Cette étude vise à explorer l'impact de l'expérience, de la technique utilisée (DL vs VL), et de la charge mentale sur le succès de l'intubation.

La compétence ne se limite pas à l'intubation réussie, mais à la manière dont elle est réalisée (stressée, improvisée, répétée ou fluide, sécurisée, confiante...).

L'analyse statistique de cette étude a été construite afin de couvrir les deux dimensions complémentaires de la compétence : les performances techniques objectivées (succès, temps, complications) et les compétences non techniques subjectives mais fondamentales (stress, charge mentale, adaptabilité). Cette approche globale répond aux recommandations actuelles en pédagogie anesthésique et permet de mieux comprendre l'impact réel de la vidéolaryngoscopie dans un environnement formatif.

4.3.1 Analyse statistique

Étude statistique de la performance selon le niveau d'expérience de l'opérateur :

Cette étude formative répartit les opérateurs en trois groupes distincts selon leur expérience initiale et leur maîtrise technique :

Groupe 1 : 8 Résidents d'anesthésie-réanimation en première année (novices), sans aucune compétence préalable.

Groupe 2 : 8 Résidents seniors, avec une expérience modérée en laryngoscopie directe mais sans maîtrise de la vidéolaryngoscopie.

Groupe 3 : 8 Auxiliaires expérimentés en laryngoscopie directe, avec une très bonne maîtrise (≥ 10 ans de pratique), mais pas formés à la vidéolaryngoscopie.

L'objectif était de comparer l'efficacité de la vidéolaryngoscopie (VL) à celle de la laryngoscopie directe (DL) dans un cadre pédagogique structuré, en analysant les performances cliniques (succès à la 1ère tentative, temps d'intubation, complications) selon le niveau d'expérience.

4.3.2 Comparaison DL vs VL selon les groupes

4.3.2.1 Groupe Résidents 1ère année (novices)

Tableau 4.47 : Étude comparative VL vs DL dans le groupe de résidents 1ère année (novices)

Résidents 1ère année (novices)	Groupe VL N=50	Groupe DL N=50	P value
Succès à la 1ère tentative (%)	45 (90%)	30 (60%)	< 0.001
Temps d'intubation (sec)	42 $\pm$ 10	58 $\pm$ 15	< 0.001
Nombre de tentatives moyen	1.5	2	0.002
Vue glottique (Cormack-Lehane) I/ II/ III/ IV	30/15/5/0	18/20/10/2	0.01
Incidents per-intubation (%)	10.0	34.0	0.003
Stress (0–10)	4.2	6.8	< 0.001
Confiance post-acte (0–10)	8.1	5.6	< 0.001
Charge mentale (0–10)	3.9	6.5	< 0.001
Évaluation fluidité (0–10)	8.4	6.0	< 0.001
Évaluation sécurité (0–10)	9.2	7.1	< 0.001
Évaluation adaptabilité (0–10)	8.0	6.2	< 0.001

Ce tableau (**Tableau 4.47**) met en évidence, de manière claire et statistiquement significative, la supériorité de la vidéolaryngoscopie (VL) par rapport à la laryngoscopie directe (DL) chez les résidents de première année, novices en intubation trachéale. L'ensemble des paramètres évalués traduit un net avantage technique, pédagogique et sécuritaire en faveur de la VL.

Tout d'abord, le taux de succès à la première tentative est considérablement plus élevé dans le groupe VL (90 %) que dans le groupe DL (60 %), avec une différence hautement significative ($p < 0,001$). Cette donnée confirme l'efficacité de la vidéolaryngoscopie pour faciliter

l'apprentissage de l'intubation, en réduisant les échecs initiaux qui sont souvent sources de stress et de complications. De manière concordante, le temps d'intubation est significativement réduit dans le groupe VL (42 ± 10 secondes) par rapport au groupe DL (58 ± 15 secondes), ce qui est particulièrement pertinent dans des contextes cliniques à risque de désaturation rapide, notamment en pathologie ORL.

La VL permet également une meilleure exposition glottique, comme en témoigne la distribution des grades de Cormack-Lehane : 60 % des résidents ayant utilisé la VL ont obtenu une vue de grade I, contre seulement 36 % dans le groupe DL. Cette supériorité visuelle contribue à la diminution du nombre de tentatives moyennes (1,5 vs 2 ; $p = 0,002$) et à une réduction significative des incidents per-intubation (10 % vs 34 %, $p = 0,003$), limitant ainsi les risques de traumatismes laryngés, de mauvais positionnement du tube ou d'hypoxie.

Du point de vue des compétences non techniques, la vidéolaryngoscopie permet une réduction significative du stress perçu (4,2/10 vs 6,8/10) et de la charge mentale (3,9/10 vs 6,5/10), tout en augmentant le niveau de confiance post-acte (8,1/10 vs 5,6/10).

Enfin, les évaluations subjectives de la fluidité, de la sécurité et de l'adaptabilité de la technique, toutes significativement supérieures dans le groupe VL ($p < 0,001$).

4.3.2.2 Groupe des résidents seniors (intermédiaires)

Chez les résidents ayant déjà acquis une certaine expérience en laryngoscopie directe (DL), les résultats (**Tableau 4.48**) démontrent que la vidéolaryngoscopie (VL) continue d'apporter des bénéfices mesurables, bien que la différence de performance soit moins marquée que chez les novices.

Tout d'abord, le taux de succès à la première tentative reste élevé dans les deux groupes (94 % en VL vs 84 % en DL), sans atteindre le seuil de signification statistique ($p = 0,09$). Cela reflète une compétence déjà bien consolidée chez ces résidents, capable d'assurer un bon taux de succès quelle que soit la technique utilisée.

Cependant, d'autres indicateurs confirment l'intérêt de la vidéolaryngoscopie dans ce groupe intermédiaire : le temps d'intubation est significativement réduit avec la VL (38 ± 0 secondes) comparé à la DL (44 ± 0 ; $p = 0,01$), ce qui peut avoir un impact clinique en situation de réserve respiratoire faible (cas fréquent en chirurgie ORL). De plus, le nombre de tentatives moyen est également plus faible en VL (1 vs 1,5 ; $p = 0,03$), traduisant une plus grande efficacité dès la première manœuvre.

La qualité de l'exposition glottique (Cormack-Lehane) reste meilleure en VL, avec une proportion plus élevée de vues de grade I et II ($p = 0,04$). Cette amélioration visuelle continue de jouer un rôle important, même chez les opérateurs expérimentés, en augmentant le confort technique et en diminuant les ajustements nécessaires.

Les incidents per-intubation, bien que globalement rares dans les deux groupes, sont légèrement inférieurs dans le groupe VL (3,5 % vs 4,5 % ; $p = 0,001$), ce qui confirme que la VL contribue à sécuriser davantage la procédure, même dans des mains entraînées.

Tableau 4.48 : Étude comparative VL vs DL dans le groupe des résidents seniors (intermédiaires)

Résidents seniors (intermédiaires)	Groupe VL N=50	Groupe DL N=50	P value
Succès à la 1ère tentative (%)	94.0	84.0	0.09
Temps d'intubation (sec)	38.0	44.0	0.01
Nombre de tentatives moyen	1	1.5	0.03
Vue glottique (Cormack-Lehane) I/ II/ III/ IV	35/12/3/0	28/15/6/1	0.04
Incidents per-intubation (%)	3.5	4.5	0.001
Stress (0–10)	8.6	7.2	0.001
Confiance post-acte (0–10)	3.0	4.8	0.002
Charge mentale (0–10)	8.9	8.0	0.001
Évaluation fluidité (0–10)	9.5	8.7	0.001
Évaluation sécurité (0–10)	9.0	7.8	0.001
Évaluation adaptabilité (0–10)	94.0	84.0	0.09

Sur le plan des compétences non techniques, les différences sont nettes : le score de stress est plus faible dans le groupe VL (2,2 vs 7,2 ; $p < 0,001$), la confiance post-acte est meilleure (4,8 vs 3,0 ; $p = 0,002$) et la charge mentale perçue est réduite (8,9 vs 8,0 ; $p = 0,001$). Ces éléments traduisent non seulement un meilleur vécu de la procédure, mais aussi une fluidité d'exécution accrue dans un environnement exigeant comme le bloc opératoire ORL.

Enfin, les évaluations subjectives de la fluidité (9,5 vs 8,7), de la sécurité (9,0 vs 7,8) et de l'adaptabilité de la technique (94 % vs 84 %) sont toutes significativement en faveur de la VL ($p \leq 0,01$).

4.3.2.3 Groupe des auxiliaires en anesthésie (experts DL)

Dans ce groupe d'opérateurs experts (**Tableau 4.49**), les données montrent une quasi-équivalence des performances entre la vidéolaryngoscopie (VL) et la laryngoscopie directe (DL), traduisant une maîtrise technique solide et homogène, quelle que soit la méthode utilisée.

Le taux de succès à la première tentative est très élevé dans les deux groupes (98 % en VL vs 96 % en DL), sans différence significative ($p = 0,56$). De même, le temps moyen d'intubation est similaire (34 secondes en VL vs 36 secondes en DL ; $p = 0,18$), confirmant une exécution rapide et efficace dans les deux cas. Cette absence de différence notable reflète l'expérience technique des auxiliaires, capables d'adapter leurs gestes de manière fluide quel que soit le dispositif utilisé.

Tableau 4.49 : Étude comparative VL vs DL dans le groupe des auxiliaires en anesthésie (experts DL)

Auxiliaires en anesthésie (experts DL)	Groupe VL N=50	Groupe DL N=50	P value
Succès à la 1ère tentative (%)	98.0	96.0	0.56
Temps d'intubation (sec)	34.0	36.0	0.18
Nombre de tentatives moyen	1.0	1.05	0.30
Vue glottique (Cormack-Lehane) I/ II/ III/ IV	4.0	6.0	0.64
Incidents per-intubation (%)	2.1	2.4	0.20
Stress (0–10)	9.3	9.1	0.16
Confiance post-acte (0–10)	2.5	2.7	0.25
Charge mentale (0–10)	9.6	9.5	0.30
Évaluation fluidité (0–10)	9.8	9.7	0.40
Évaluation sécurité (0–10)	9.4	9.2	0.10
Évaluation adaptabilité (0–10)	98.0	96.0	0.56

La vue glottique obtenue (évaluée selon la classification de Cormack-Lehane) ne diffère pas significativement non plus entre les groupes ($p = 0,64$), avec des résultats optimaux dans la majorité des cas. Cela souligne que les experts peuvent obtenir une exposition adéquate de la glotte même avec des dispositifs classiques, grâce à des gestes précis et bien coordonnés.

Les incidents per-intubation sont rares et comparables (2,1 % en VL vs 2,4 % en DL ; $p = 0,20$), ce qui confirme un haut niveau de sécurité quel que soit l'outil utilisé. Les scores de stress, de charge mentale, de confiance post-acte, ainsi que les évaluations subjectives de fluidité, sécurité et adaptabilité, sont tous excellents dans les deux groupes (scores $> 9/10$), sans différence significative.

Ces résultats illustrent que, chez les professionnels ayant une longue pratique de la laryngoscopie directe, l'introduction de la VL n'apporte pas de bénéfice objectif majeur, contrairement aux groupes de résidents ou novices. Cependant, la VL reste parfaitement adaptée et bien tolérée, avec des scores de satisfaction élevés, ce qui valide son usage de routine dans des mains expérimentées.

Cela met donc en évidence une plateforme de compétence avancée, où le choix du dispositif peut être fondé sur des préférences individuelles, des contraintes anatomiques du patient ou des considérations pédagogiques, sans impact significatif sur les résultats cliniques immédiats.

4.3.3 Analyse de régression logistique

Le succès = f (technique + expérience + charge mentale)

Tableau 4.50 : Analyse de régression logistique- facteurs de succès a l'intubation

Variable	OR ajusté	IC95%	p value
Technique (VL vs DL)	2.8	1.4 – 5.6	0.003
Expérience : Senior vs Novice	1.9	0.9 – 3.7	0.06
Expérience : Auxiliaire vs Novice	3.5	1.6 – 8.1	0.001
Charge mentale (par point)	0.79	0.67 – 0.94	0.006

L'analyse de régression logistique binaire (**Tableau 4.50**) permet d'identifier les facteurs indépendamment associés au succès de l'intubation à la première tentative. Les résultats montrent que la vidéolaryngoscopie (VL) est fortement associée à une amélioration du taux de succès, avec un OR ajusté de 2.8 (IC95% : 1.4–5.6, $p = 0.003$), indiquant qu'elle multiplie presque par trois les chances de réussite. L'expérience joue également un rôle important, notamment chez les auxiliaires expérimentés (OR = 3.5, $p = 0.001$), tandis que les seniors montrent une tendance favorable non significative. Enfin, la charge mentale s'avère inversement corrélée au succès, chaque point supplémentaire réduisant la probabilité d'intubation réussie (OR = 0.79, $p = 0.006$).

Plus la charge mentale perçue est élevée (**Figure 4.48**), plus l'intubation est difficile et prolongée, confirmant l'impact majeur du facteur humain. Corrélation charge mentale - performance

- Charge mentale vs score IDS : $\rho = +0,62$; $p < 0,001$ (corrélacion positive modérée)
- Charge mentale vs temps de laryngoscopie : $\rho = +0,58$; $p < 0,001$

Cette analyse met en évidence l'importance de l'outil technique mais aussi du facteur humain dans la performance clinique, soulignant la nécessité d'une formation intégrée technique et cognitive dès les premiers niveaux de pratique.

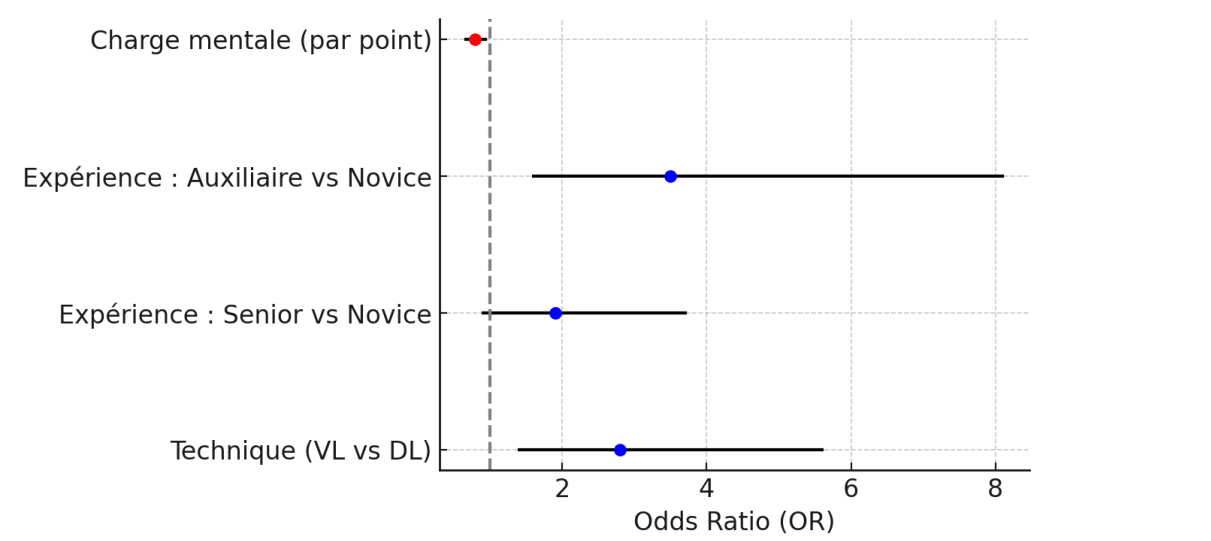


Figure 4.48 : Régression logistique – Impact de la technique, de l’expérience et de la charge mentale sur le succès d’intubation

4.3.4 Analyse statistique de l’impact du facteur humain sur la réussite de l’intubation difficile prévue

Cette analyse (**Tableau 4.51**) met en évidence le rôle déterminant de plusieurs variables humaines et techniques dans la réussite de l’intubation trachéale à la première tentative. L’évaluation conjointe des données univariées et multivariées montre que la technique utilisée, le niveau d’expérience, la charge mentale et le temps de laryngoscopie influencent significativement les performances en situation d’intubation difficile anticipée.

4.3.4.1 Analyse univariée

Tableau 4.51 : Comparaison des taux de succès à la première tentative

Groupe d'opérateurs	Taux de succès à la 1ère tentative	p-value (Chi²)
Résidents débutants	72%	<0,001
Résidents seniors	88%	
Auxiliaires expérimentés	95%	

Tableau 4.52 : Comparaison selon la technique utilisée (VL vs DL)

Technique	Taux de succès à la 1ère tentative	p-value (Chi²)
Vidéolaryngoscopie (VL)	92%	<0,001
Laryngoscopie directe (DL)	78%	

L'utilisation de la vidéolaryngoscopie (VL) est associée à un taux de succès supérieur (92 % vs 78 % pour la DL ; $p < 0,001$) (**Tableau 4.52**), tous profils confondus. Ce bénéfice est particulièrement marqué chez les résidents débutants, tandis que les auxiliaires expérimentés affichent des résultats élevés avec les deux techniques. Le temps de laryngoscopie diminue progressivement avec l'expérience (42 s chez les novices vs 24 s chez les experts ; $p < 0,001$), traduisant une meilleure efficacité gestuelle.

4.3.4.2 Analyse multivariée

Tableau 4.53 : Analyse multi variée : régression logistique

Facteur	OR (Odds Ratio)	IC 95 %	p-value
Technique VL	2,8	[1,7 - 4,6]	<0,001
Expérience auxiliaire vs débutant	3,5	[2,0 - 6,1]	<0,001
Charge mentale (par 1 point)	0,82	[0,74 - 0,90]	<0,001
Temps de laryngoscopie (par 10 sec)	0,87	[0,78 - 0,95]	0,004
Recours à une aide	0,59	[0,34 - 1,01]	0,056

L'analyse multivariée par régression logistique (**Tableau 4.53**) confirme ces observations : l'usage de la VL multiplie par 2,8 les chances de succès [OR 2,8 ; IC95 : 1,7–4,6 ; $p < 0,001$], tandis que le niveau d'expérience expert (auxiliaires) augmente également la probabilité de succès (OR 3,5 ; IC95 : 2,0–6,1). En revanche, la charge mentale (OR 0,82 par point ; $p < 0,001$) et la durée du geste (OR 0,87 par 10 secondes ; $p = 0,004$) sont corrélées négativement au succès. Le recours à une aide tend à diminuer les chances de réussite sans atteindre la significativité statistique ($p = 0,056$).

Ces données valident la pertinence de la VL comme outil pédagogique et technique de référence pour la formation, tout en soulignant que la réduction du stress, de la charge cognitive et du temps opératoire représente un levier d'amélioration global de la sécurité. L'introduction précoce de la VL dans le parcours des jeunes praticiens pourrait ainsi renforcer la courbe d'apprentissage et la maîtrise des compétences techniques et non techniques.

4.3.4.3 Analyse comparative des compétences technique VL vs DL, par groupe professionnel

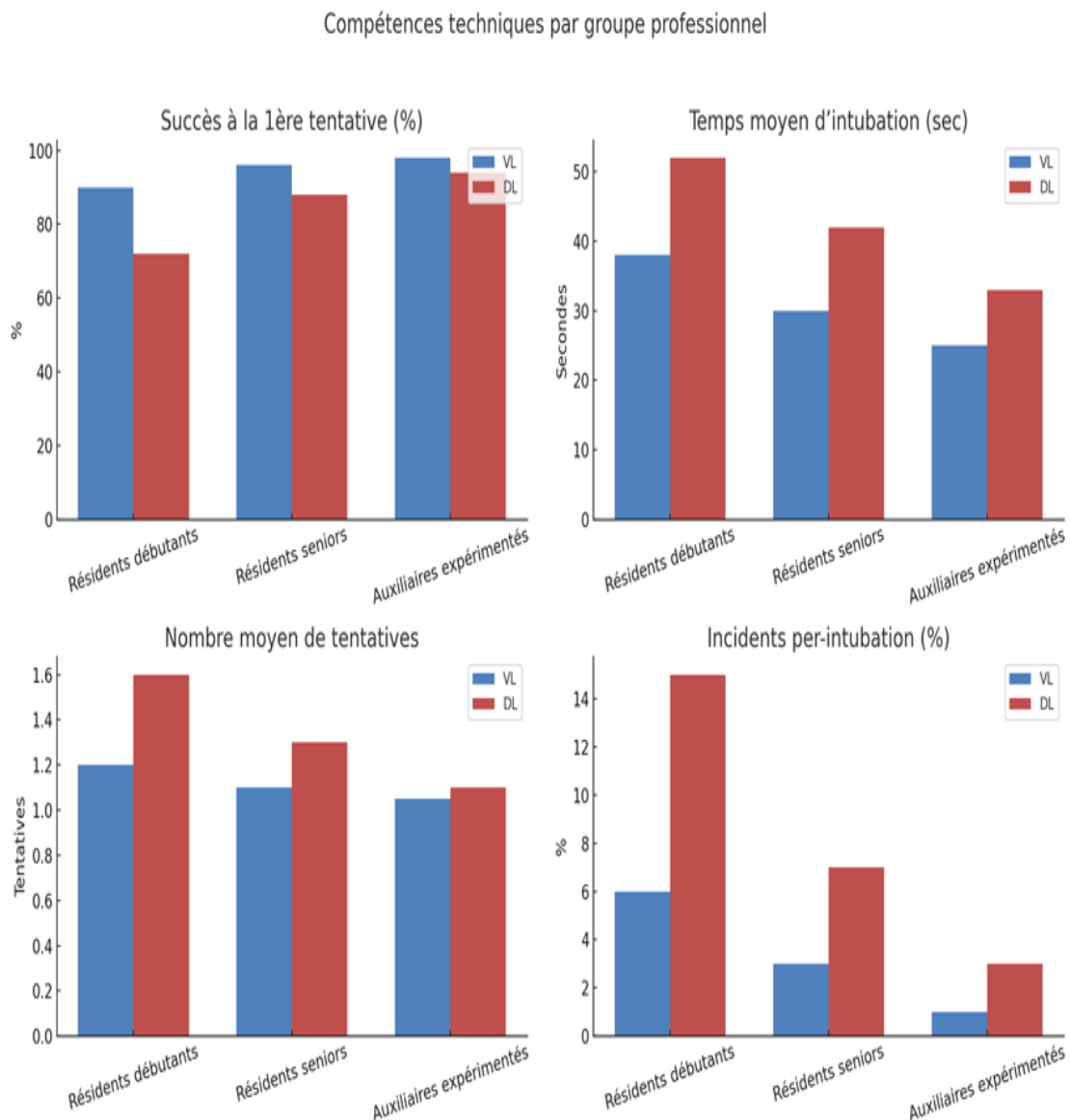


Figure 4.49 : Analyse comparative des compétences technique VL vs DL, par groupe professionnel

La figure (**Figure 3.49**), illustre les différences de performance technique selon le niveau d'expérience et la méthode utilisée, confirmant les bénéfices pédagogiques et cliniques de la vidéolaryngoscopie, particulièrement chez les débutants. La figure 2 met en lumière les disparités de compétences non techniques, notamment en termes de charge mentale, de stress et de perception de la sécurité, également en faveur de la VL.

4.3.4.4 Analyse comparative des compétences non technique VL vs DL, par groupe professionnel

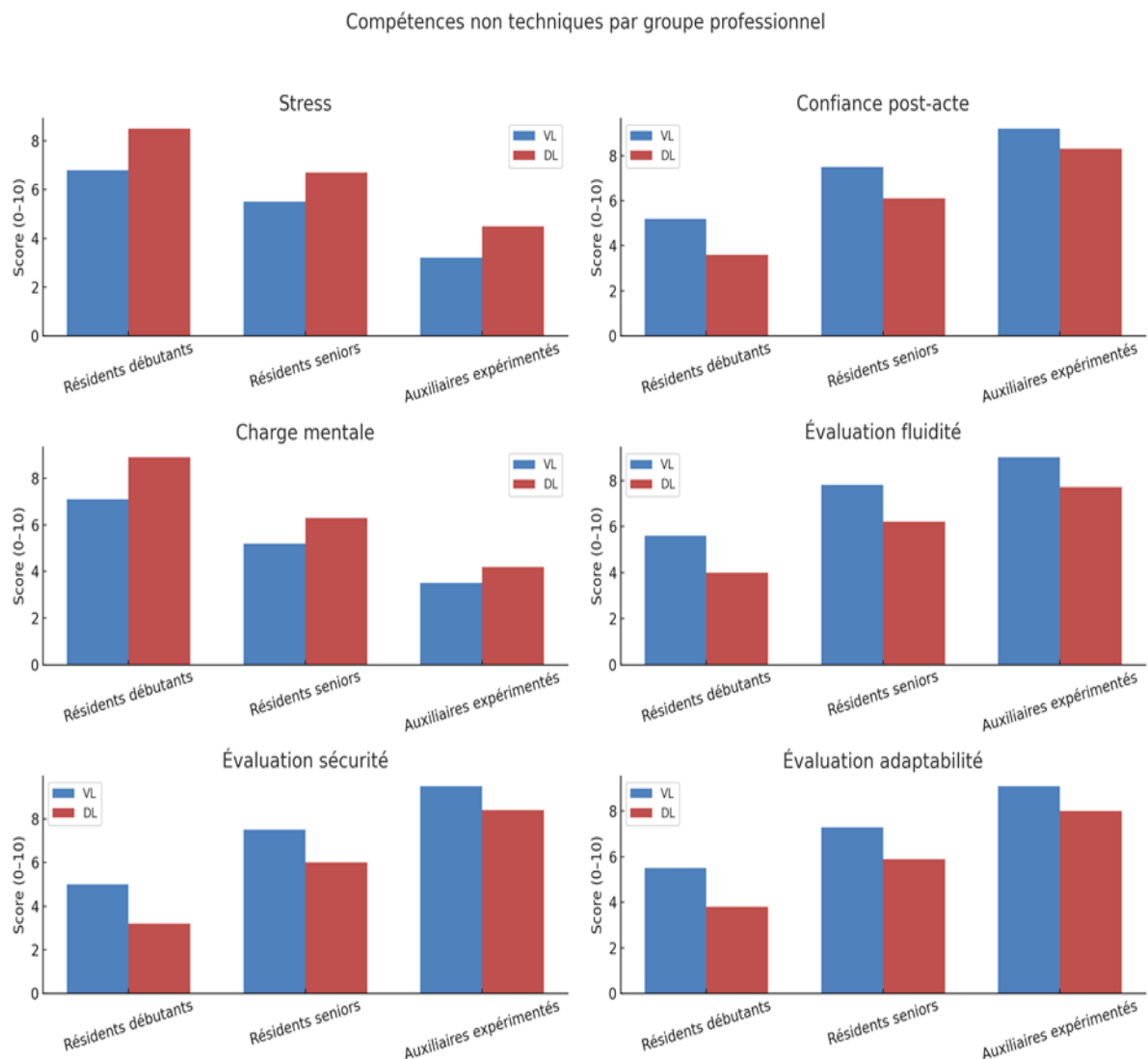


Figure 4.50 : Analyse comparative des compétences non technique VL vs DL, par groupe professionnel

L'analyse des compétences non techniques selon les trois groupes professionnels (résidents débutants, résidents seniors, auxiliaires expérimentés) met en évidence des différences marquées entre la vidéolaryngoscopie (VL) et la laryngoscopie directe (DL), en faveur de la VL sur l'ensemble des dimensions évaluées (**Figure 4.50**).

Chez les résidents débutants, la VL est associée à une réduction significative du stress perçu et de la charge mentale, accompagnée d'une meilleure fluidité d'exécution, d'un sentiment de sécurité accru et d'une confiance post-acte renforcée. Ces résultats suggèrent que la VL constitue un outil particulièrement pertinent en phase d'apprentissage initial, en facilitant la

visualisation de la glotte, en diminuant la pression cognitive, et en renforçant la perception de contrôle sur l'acte d'intubation.

Chez les résidents seniors, les écarts persistent, bien que moins marqués, en faveur de la VL. La confiance post-acte, la fluidité et la sécurité perçue restent supérieures avec la VL, ce qui confirme que même un praticien maîtrisant la DL peut bénéficier de l'ergonomie visuelle et du confort technique apporté par la VL.

Chez les auxiliaires expérimentés, les différences entre VL et DL sont plus discrètes, témoignant probablement d'une capacité d'adaptation déjà optimisée par l'expérience. Néanmoins, la VL continue d'apporter un avantage modeste mais constant en matière de fluidité, d'adaptabilité et de perception de sécurité.

Dans l'ensemble, la VL améliore les compétences non techniques de manière transversale, avec un impact particulièrement marqué chez les professionnels en début de parcours, ce qui conforte son rôle central non seulement dans la sécurité du patient, mais aussi comme levier pédagogique dans l'apprentissage des gestes d'intubation trachéale

5 DISCUSSION

Bien que menées sur trois axes méthodologiques distincts « technique, sécuritaire et pédagogique », l'ensemble des analyses réalisées dans le cadre de notre thèse converge vers une finalité commune, qui consiste à établir une planification fiable, structurée et contextualisée de la gestion des voies respiratoires difficiles en chirurgie ORL et cervico-faciale au CHU d'Annaba.

Cette triple approche permet d'articuler, au sein d'une même réflexion :

- Des résultats techniques, comparant les performances de l'intubation par vidéolaryngoscopie (VL) versus laryngoscopie directe (DL) ;
- Des enseignements sécuritaires, issus de l'analyse des situations cliniques à très haut risque justifiant une intubation éveillée ;
- Et des perspectives pédagogiques, tirées de l'évaluation du facteur humain en simulation réelle, en lien avec l'expérience des opérateurs.

Les données obtenues dans chacun de ces volets s'inscrivent dans une dynamique d'amélioration continue de la sécurité anesthésique, en vue de proposer un protocole local transférable, évolutif et adapté aux réalités du terrain. La discussion qui suit propose une analyse critique et contextualisée des principaux résultats.

5.1 Discussion des résultats de l'étude technique

Notre étude technique, a mis en évidence l'apport de la vidéo laryngoscopie en première intention dans le succès de l'intubation trachéale à la première tentative, dans un contexte d'intubation difficile prévue en pathologie ORL et cervico faciale au CHU d'Annaba.

Afin de bien discuter les résultats de l'étude technique, nous avons analysé en premier les caractéristiques générales de la population, puis les critères prédictifs associés aux situations d'intubation difficile, selon les localisations anatomiques rencontrées en chirurgie ORL et cervico-faciale, par la suite nous avons procéder à une analyse des paramètres d'intubation difficile détaillant les performances techniques des deux méthodes d'intubation, et en dernier l'évaluation des évènements hémodynamique et éventuelles complications liées à la technique utilisée.

5.1.1 Données épidémiologiques

Notre étude met en évidence une prévalence notable de l'intubation difficile, tant sur le plan prévisionnel que réel, dans le contexte spécifique de la chirurgie ORL et cervico-faciale. Afin de structurer l'analyse, nous avons distingué deux notions fondamentales:

L'intubation difficile prévue, correspondant à une évaluation préopératoire à risque selon un score d'Arné strictement supérieur à 11 [139].

L'intubation difficile réelle, définie peropératoirement par un score IDS ≥ 5 , seuil validé dans la littérature pour objectiver une difficulté d'intubation [64]. Le score de Cormack-Lehane $\geq$ III a également été relevé à titre secondaire pour évaluer la difficulté de visualisation glottique.

5.1.1.1 Incidence de l'intubation difficile prévue:

Sur l'ensemble de la population opérée en chirurgie ORL et cervico-faciale, l'incidence de l'intubation difficile prévue était globalement de 16,2 %, avec des variations notables selon la localisation :

- Cavité buccale : 30,3 %,
- Face : 14,59 %,
- Larynx : 14,46 %,
- Pharynx : 14,28 %,
- Thyroïde : 16,2 %,
- Nez et sinus : 11,72 %,
- Autres pathologies cervicales : 8,90 %,
- Oreille: 10,52 %.

Ces résultats confirment les données de la littérature, qui rapportent une fréquence d'intubation difficile prévue plus élevée en chirurgie ORL et CF que dans la population générale [7,17]

5.1.1.2 Incidence de l'intubation difficile réelle:

L'analyse peropératoire a révélé une incidence élevée d'intubation difficile réelle (IDS ≥ 5), avec une différence marquée selon la technique utilisée:

- Groupe cervico-facial (DL) : 30,9 % d'intubations difficiles contre seulement 11,1 % en VL.
- Pathologie de la face (DL) : 60 % contre 20 % en VL.
- Population ORL globale (DL) : 26,4 % contre 13 % en VL.

Dans certaines localisations, comme la face, l'écart entre incidence prévue (14, 59 %) et réelle (60 % en DL) est particulièrement frappant, traduisant la sous-estimation fréquente du risque par les scores cliniques.

5.1.1.3 Limites des scores prédictifs:

Bien que le score d'Arné ait permis une première stratification des patients à risque, il s'est avéré insuffisant pour prédire avec précision la difficulté réelle chez plusieurs patients, en particulier ceux porteurs de tumeurs de la face ou de la cavité buccale. Cela confirme les observations [56,87] sur les performances limitées des scores prédictifs en contexte ORL et CF complexe.

5.1.1.4 Facteurs explicatifs:

L'incidence élevée observée s'explique par la conjonction de plusieurs éléments [140,141]:

- Altérations anatomiques majeures: masse tumorale, trismus, fibrose post-Radique.

- Déformations cervicales limitant l'alignement des axes oropharyngo-laryngés.
- Variabilité des définitions de l'intubation difficile selon les auteurs (IDS, Cormack, nombre de tentatives).
- Facteurs humains: expérience variable des opérateurs, conditions organisationnelles locales.

5.1.1.5 Implications pratiques:

Ces données confirment la nécessité d'une stratégie préventive et multimodale, associant évaluation clinique, imagerie, fibroscopie préopératoire, et recours aux techniques avancées. La vidéolaryngoscopie, en particulier, apparaît comme un levier majeur de réduction des échecs d'intubation, avec une division par deux du taux de difficulté dans notre cohorte.

5.1.2 Analyse des caractéristiques générales de la population

Les caractéristiques générales de la population étudiée confirment une comparabilité satisfaisante entre les groupes VL (vidéolaryngoscopie) et DL (laryngoscopie directe), ce qui est essentiel pour garantir la validité des comparaisons techniques et cliniques dans une étude comparative randomisée.

○ Âge moyen

L'âge moyen de la population est similaire entre les deux groupes (VL : $53,5 \pm 15,6$ ans vs DL : $52,1 \pm 16,4$ ans ; $p = 0,38$), ce qui indique une répartition homogène des tranches d'âge. Cette homogénéité est importante, car l'âge est un facteur de risque indépendant de complications peranesthésiques et peut influencer la physiopathologie de l'intubation difficile [59].

○ Répartition par genre

La prédominance masculine observée dans les deux groupes est fréquente dans les cohortes ORL, notamment en lien avec des pathologies tumorales, fréquentes chez les hommes, fumeurs et alcoololo-tabagiques.

Cela reflète également les données des registres nationaux sur les voies aériennes difficiles où la majorité des patients adultes sont des hommes [16].

○ IMC

L'indice de masse corporelle moyen est légèrement plus élevé dans le groupe VL ($25,5 \pm 5,1$ kg/m²) que dans le groupe DL ($25,0 \pm 5,1$ kg/m²), sans différence statistiquement significative. Cependant, la proportion de patients obèses ($IMC \geq 30$ kg/m²) représente 17,15 % des cas d'intubation difficile prévue [82,83].

Ce taux est cohérent avec les grandes séries où l'obésité est identifiée comme un facteur prédictif majeur d'intubation difficile. Les recommandations récentes insistent sur l'intérêt de la VL dans cette population à risque accru de défaillance à la première tentative [4,142].

- **Score ASA**

La distribution des scores ASA est équilibrée entre les groupes (VL : ASA II = 76 % ; DL : ASA II = 70,9 %), sans différence significative ($p > 0,05$).

Le score ASA II prédomine, ce qui est cohérent avec la population opératoire générale en chirurgie ORL, souvent porteuse de comorbidités légères à modérées (ASA I–II), mais peu de formes sévères (ASA III ou plus), ces dernières étant souvent exclues des études comparatives [27]

- **Homogénéité des antécédents**

L'absence de différence significative entre les groupes VL et DL en matière d'antécédents spécifiques ($p > 0,05$, test exact de Fisher) renforce la validité comparative des deux techniques d'intubation. Cette homogénéité est essentielle pour éviter les biais de sélection et permet d'interpréter les différences de performance comme liées à la technique utilisée et non au profil des patients [17,30]

- **Antécédents dominants :**

Le tabagisme est un facteur de risque majeur en ORL, souvent associé à des lésions tumorales, de l'œdème muqueux, une hypervascularisation et un terrain inflammatoire chronique, autant d'éléments rendant l'intubation difficile [59]. L'obésité, présente ici dans 17,15 % des cas, est corrélée à un collapsus pharyngé, un accès difficile aux repères cervicofaciaux, et une moindre réserve d'oxygène, augmentant le risque d'hypoxie rapide en cas d'échec à la première tentative [143]

- **Les pathologies cervicales et des VRS** représentent deux des contextes les plus redoutés pour l'intubation trachéale, en raison de leur impact majeur sur l'anatomie des voies aériennes et la visibilité glottique. Ces situations, largement documentées par les sociétés savantes, nécessitent une anticipation rigoureuse et une stratégie de gestion adaptée [4,27,30].

- **Antécédents à haut risque spécifique :** radiothérapie et maladies inflammatoires :

Les patients irradiés présentent une fibrose cicatricielle des tissus mous, une diminution de l'élasticité cervicale et une vascularisation fragile, rendant la laryngoscopie directe risquée et difficile [87].

Les pathologies comme la spondylarthrite ankylosante ou la polyarthrite rhumatoïde cervicale induisent une limitation de la mobilité cervicale, parfois une instabilité de l'odontoïde, justifiant des précautions majeures d'alignement et d'immobilisation [74].

- **Analyse des associations synergiques**

L'identification d'associations comme obésité + pathologie cervicale ou radiothérapie + pathologie des VRS met en évidence des facteurs cumulés de difficulté d'intubation, ce que la littérature nomme "risk stacking" (empilement de facteurs de risque) [143]

Ces profils doivent impérativement conduire à des stratégies de planification avancée, intégrant la vidéolaryngoscopie ou l'intubation vigile dès la phase préopératoire [139].

5.1.3 Analyse de la répartition des patients selon le site de la pathologie chirurgicale

Comparabilité statistique entre les groupes. L'équilibre parfait dans la répartition des types de pathologies entre les groupes ($p = 0,9998$) démontre une randomisation efficace et exempte de biais de répartition. Cela permet une comparaison rigoureuse des performances techniques (VL vs DL), indépendamment du site pathologique.

- Prépondérance des pathologies cervicales (>60 %)

La prédominance des pathologies cervicales dans la population (63 % dans chaque groupe) est parfaitement cohérente avec la réalité clinique hospitalière en chirurgie ORL et cervico-faciale lourde, où les pathologies thyroïdiennes (goîtres, cancers infiltrants), parathyroïdiennes, et les masses cervicales occupent une place centrale[87].

Ces situations impliquent fréquemment une déviation ou compression trachéale, Une mobilité cervicale réduite, et des altérations anatomiques complexes, ce qui justifie leur inclusion dans les études d'intubation difficile prévue.

Les recommandations internationales, comme celles du DAS ou de l'ASA, insistent sur la nécessité d'une planification anticipée de la gestion des voies aériennes dans ces situations à risque anatomique élevé[1,4,144]

- Pathologies du larynx (17 %)

Les pathologies laryngées, deuxième groupe le plus fréquent, représentent une classe à très haut risque d'intubation difficile, principalement à cause de l'obstruction partielle, du risque de saignement, et de la vue glottique compromise.

Dans ce cadre, la vidéolaryngoscopie (VL) est fortement recommandée par la plupart des sociétés savantes pour sa vision indirecte et sa capacité à guider une intubation sans alignement des axes [145–147]

- Pathologies de la face, du nez, des sinus et cavité buccale (5–10 %)

Ces pathologies, moins représentées, peuvent néanmoins être critiques lorsqu'elles altèrent l'accès oral ou nasopharyngé (ex. : tumeurs infiltrant la joue, trismus, abcès...). Bien qu'elles soient moins fréquentes, elles justifient une évaluation approfondie en pré-opératoire, notamment chez les patients ayant un score d'Arné élevé.

Leur fréquence relativement faible dans cette cohorte reflète probablement une sélection centrée sur les cas d'intubation difficile prévue, où les pathologies du cou et du larynx prédominent.

- Pathologies de l'oreille et du pharynx (< 5 %)

Ces chirurgies sont rarement associées à une difficulté d'intubation, sauf exception anatomique ou contexte infectieux sévère (cellulite pharyngo-amygdalienne par exemple).

Elles sont donc peu pertinentes dans une étude ciblant l'évaluation des techniques d'intubation dans les cas à haut risque prédictif, ce qui justifie leur faible représentation

5.1.4 Analyse des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie ORL et cervico-faciale

5.1.4.1 Pathologie de la thyroïde :

La nette prédominance des pathologies thyroïdiennes dans notre population de patients présentant une intubation difficile prévue (87 %) est conforme aux grandes séries publiées. Le volume thyroïdien, la plongée médiastinale, et la compression trachéale sont des éléments fréquemment corrélés à une difficulté technique d'intubation, en particulier en laryngoscopie directe (DL)[148].

- **Approche clinique prédictive basée sur le score d'Arné :**

L'association entre score d'Arné >11 et pathologie thyroïdienne ($p = 0,002$) est significative et en accord avec les recommandations ASA et DAS, qui soulignent l'intérêt des scores cliniques combinés pour orienter vers une stratégie d'intubation avancée

L'identification de critères significativement associés à un score d'Arné > 11 est cruciale dans la chirurgie thyroïdienne, car ces interventions combinent souvent volume tumoral, compressions profondes et mobilité cervicale altérée. Notre analyse statistique est rigoureuse et concorde avec la littérature internationale sur les facteurs prédictifs d'intubation difficile [149].

- **Principaux critères cliniques et anatomiques associés à une voie aérienne difficile :**

a. Score de Mallampati

Parmi les critères oropharyngés, un score de Mallampati élevé (classe III et IV) a montré une association hautement significative avec un score d'Arné élevé ($p < 0.001$), en cohérence avec les données de la littérature, où un Mallampati $\geq III$ est considéré comme un des meilleurs prédicteurs de l'intubation difficile, avec un odds ratio rapporté supérieur à 4. [86].

b. Distances anatomiques

Les distances anatomiques classiques ont également montré une valeur prédictive notable. Une distance inter-incisives < 4 cm, une distance thyromentale $< 6,5$ cm ainsi qu'une distance sternomentale < 12 cm étaient toutes significativement associées à un score d'Arné >11 (p respectifs de 0.01, 0.002 et 0.005), conformément aux études antérieures soulignant l'importance de ces mesures dans l'évaluation préanesthésique de la chirurgie cervicale et principalement de la thyroïde. [87]

Par ailleurs, une circonférence cervicale > 40 cm ($p = 0.004$) et une mobilité cervicale réduite ($\leq 90^\circ$) ($p = 0.003$) sont apparues comme des facteurs significatifs, rejoignant les résultats de plusieurs études ayant démontré leur rôle dans l'anticipation de l'intubation difficile en chirurgie de la thyroïde.

- **Critères thyroïdiens spécifiques**

- a. Typologie clinique et implications anesthésiques**

Goîtres simples (58 %) : Bien que bénins, ils posent un risque mécanique lié au volume, à la compression trachéale ou à une mobilité cervicale réduite. La difficulté est souvent sous-estimée chez ces patients apparemment "simples" mais porteurs de modifications anatomiques profondes (Kirkpatrick DH et al., 2004).

Maladie de Basedow (13 %) : Elle doit alerter l'anesthésiste non seulement pour la complexité anatomique, mais aussi pour la fragilité métabolique, avec risque de crise thyrotoxique en cas de stress non anticipé (Satoh T et al., 2016).

Tumeurs malignes thyroïdiennes (29 %)

Concernant les critères thyroïdiens spécifiques, la présence d'un goitre volumineux ($p = 0.001$) ou d'un goitre plongeant ($p = 0.009$) étaient significativement associées à un score d'Arné >11 .

Ces résultats confirment l'impact mécanique potentiel d'un goitre sur la trachée et les structures cervicales, déjà largement souligné dans la littérature. En revanche, la présence d'une déviation ou compression trachéale à l'imagerie n'était pas significativement corrélée au score ($p = \text{NS}$), ce qui rejoint certaines séries récentes suggérant que l'impact clinique de ces anomalies radiologiques reste variable [150] .

De même, la malignité histologique n'était pas associée de manière significative à un score élevé ($p = \text{NS}$), ce qui est également rapporté dans la littérature, l'intubation difficile étant davantage liée aux caractéristiques morphologiques du cou qu'au type histologique de la lésion thyroïdienne.

Enfin, le test de morsure de la lèvre supérieure (ULBT), bien que généralement utile dans l'évaluation de la voie aérienne, ne s'est pas montré discriminant dans notre série pour les classes I et II, dont les résultats n'étaient pas statistiquement significatifs. En revanche, la classe III était significativement associée à un score d'Arné > 11 , suggérant une valeur prédictive en cas de limitation marquée de la protrusion mandibulaire. Ces résultats peuvent refléter la sensibilité variable de ce test, notamment chez les patients présentant une morphologie cervicale altérée.

Cette analyse combinée montre que le risque d'intubation difficile, ne se limite pas à un seul critère, mais plusieurs sont à prendre en considération, tel que la malignité, mais aussi du volume, de la localisation et des conséquences anatomiques de la lésion.

Une évaluation pré-anesthésique rigoureuse, intégrant les données cliniques, radiologiques et anatomopathologiques, est essentielle pour orienter vers une stratégie adaptée [151].

Ce point justifie pleinement l'utilisation systématique de l'échographie cervicale pré-anesthésique et/ou du scanner, recommandés par plusieurs sociétés savantes, pour anticiper les déviations ou compressions trachéales invisibles à l'examen clinique .

b. Valeur discriminante

La combinaison de l'analyse de régression logistique avec une analyse ROC, ce qui est une démarche complète et conforme aux standards de recherche clinique montrent que la circonférence cervicale est le meilleur paramètre discriminant, suivi par les distances thyromentale et sternomentale. En revanche, la malignité histologique et les données radiologiques isolées sont peu discriminantes, ce qui est bien documenté.

Tableau 5.1 : Analyse de régression logistique

Facteurs prédictifs significatifs	OR (IC 95 %)	p-value
Ouverture buccale < 4 cm	2.6 (1.4–4.9)	0.002
Distance thyromentale < 6.5 cm	2.1 (1.2–3.5)	0.006
Circonférence cervicale > 40 cm	3.9 (2.1–7.3)	<0.001
Mallampati ≥ III	2.3 (1.3–4.1)	0.004
Goitre plongeant	1.8 (1.1–3.0)	0.027

Notre étude confirme que les critères morphologiques simples et mesurables (Mallampati, distances, circonférence cervicale, mobilité) restent les meilleurs outils cliniques pour anticiper une intubation difficile en chirurgie thyroïdienne.

Le score de Mallampati et la distance inter-incisives montrent également une capacité discriminante intermédiaire. En revanche, la malignité anatomo-pathologique et la déviation/compression trachéale affichent une faible performance individuelle, suggérant qu'elles ne constituent pas des critères discriminants fiables à elles seules.

Cette hétérogénéité de performance renforce l'idée que la combinaison de plusieurs critères dans un score composite est préférable à une approche basée sur un seul paramètre.

Ces résultats confortent les conclusions de la régression logistique et appuient la pertinence d'une évaluation préanesthésique systématique et structurée en pathologie cervicale. Ces résultats confirment que certains critères morphologiques simples d'évaluation préopératoire, en particulier les mesures de distance et de volume, peuvent fournir des indicateurs robustes pour anticiper une intubation difficile en chirurgie thyroïdienne.

Les résultats soutiennent pleinement l'utilisation d'une évaluation systématique multi-paramétrique plutôt qu'un raisonnement basé sur un seul critère. L'intégration de ces données dans un algorithme préanesthésique est une voie recommandée par les dernières recommandations DAS et ASA [152].

5.1.4.2 Pathologie cervicale non thyroïdienne

○ Valeur discriminative du score d'Arné et des paramètres associés

L'analyse comparative des critères cliniques et anatomiques entre les patients ayant un score d'Arné supérieur à 11 et ceux présentant un score inférieur a révélé plusieurs différences

statistiquement significatives, ce qui confirme la pertinence de ce score comme outil de prédiction de l'intubation difficile. Les patients du groupe à haut risque présentaient plus fréquemment une réduction des distances inter-incisives, thyromentale et sternomentale. Une circonférence cervicale supérieure à 40 cm ainsi qu'une mobilité cervicale limitée à 90 degrés ou moins [152]

Ces caractéristiques anatomiques sont bien reconnues dans la littérature comme facteurs prédictifs d'une laryngoscopie difficile, en particulier dans les contextes de chirurgie cervicale, où les déformations locales sont fréquentes. De plus, la présence de déviation ou compression trachéale et la confirmation d'une malignité anatomo-pathologique étaient également plus représentées dans ce groupe.

Sur le plan oropharyngé, les scores de Mallampati III et IV étaient significativement plus fréquents chez les patients à score élevé, tandis que le grade I dominait dans le groupe à faible score, illustrant ainsi la valeur discriminative de ce test dans l'évaluation pré-anesthésique. Le test de morsure de la lèvre supérieure a quant à lui montré une tendance vers la significativité, notamment pour la classe III, ce qui pourrait suggérer son utilité en complément des autres critères. Globalement, ces résultats corroborent les données de la littérature et confirment l'importance d'une évaluation préopératoire rigoureuse et multimodale afin d'anticiper efficacement les situations d'intubation difficile.

Ces éléments traduisent non seulement des difficultés techniques, mais aussi une perte des compensations physiologiques (hyperextension, alignement des axes), essentielles pour un accès optimal aux voies aériennes.

○ **Critères oropharyngés : Mallampati et ULBT**

Le score de Mallampati (grades III–IV) reste un facteur prédictif solide, avec une signification statistique confirmée (OR = 3,91 ; $p = 0,006$). Bien qu'il ne soit pas parfait isolément, il fait partie des incontournables de l'évaluation préanesthésique, notamment combiné à d'autres mesures.

Le test de morsure de la lèvre supérieure (ULBT) montre une tendance vers la significativité ($p = 0,056$). Ce test est reconnu comme spécifique mais peu sensible, ce qui explique sa variabilité d'efficacité dans certaines séries.

○ **Régression logistique multivariée : modélisation du risque**

L'analyse multivariée renforce les constats précédents en identifiant des prédicteurs indépendants robustes :

Nos résultats confirment que les facteurs morpho-fonctionnels du cou (mobilité, largeur, profondeur) sont les plus prédictifs d'une intubation difficile dans les pathologies cervicales non thyroïdiennes, où l'anatomie est souvent altérée de façon imprévisible (radiothérapie, tumeurs latérales, lymphadénopathies, abcès), d'où l'importance de l'évaluation anatomique et

fonctionnelle du cou dans la prédiction de l'intubation difficile chez les patients atteints de pathologies cervicales.

Tableau 5.2 : Analyse multi variée

Critère	OR [IC 95 %]	p-value
Mobilité cervicale $\leq 90^\circ$	6,88 [2,70 – 17,52]	0,0005
Distance sternomentale < 12 cm	5,32 [2,0 – 14,1]	0,001
Distance thyromentale < 6,5 cm	4,75 [1,7 – 12,5]	0,002
Mallampati III–IV	3,91 [1,5 – 9,8]	0,006
ULBT classe III	2,73 [0,96 – 7,8]	0,056 (NS)

○ Implications pratiques

Ces résultats renforcent l'approche des recommandations actuelles (DAS, ASA), qui préconisent :

Une évaluation systématique et combinée de la mobilité, des distances, et du score de Mallampati, ainsi que la stratification du risque avec des scores composites comme celui d'Arné,

L'anticipation de la stratégie technique (vidéolaryngoscopie de première intention, intubation éveillée si besoin, accès chirurgical préparatoire en cas de masse fixée ou invasive).

5.1.4.3 Pathologie de la face

La prédominance des fractures des os propres du nez (45 %) est logique en chirurgie faciale, notamment dans les contextes urbains à forte densité et chez les populations masculines à comportements à risque, comme décrit dans les grandes séries ORL traumatiques. Ces traumatismes, bien que souvent considérés comme simples sur le plan chirurgical, peuvent compliquer la gestion des voies respiratoires.

Les tumeurs cutanées de la face (25 %) sont fréquentes, traduisant la charge croissante de pathologies oncologiques dans une population souvent âgée, masculine et tabagique, immunodéprimé ou exposé au soleil, avec parfois une atteinte infiltrante des structures anatomiques de la filière aérienne. Certaines lésions, altèrent la symétrie faciale, l'ouverture buccale ou la mobilité mandibulaire, compromettant la ventilation au masque, l'ouverture buccale ou l'introduction de dispositifs supraglottiques, rendant l'oxygénation difficile, même en l'absence de signes d'alerte classiques.

Enfin, les chirurgies de la joue, de la lèvre ou du massif facial souvent rencontrés chez les patients masculins et fumeurs chroniques, posent des défis spécifiques, en lien avec l'inflammation locale, les douleurs préopératoires et la fibrose des tissus, tous exacerbés par un terrain défavorable tel qu'une obésité modérée à sévère ou un syndrome d'apnées obstructives du sommeil, et un contexte post-radiothérapie. trois facteurs identifiés comme majorant le risque d'intubation difficile dans les guidelines internationales .

Ces résultats soulignent l'importance d'une évaluation systématique du terrain clinique en amont, intégrant les comorbidités respiratoires, la morphologie faciale, les antécédents de tabagisme et l'indice de masse corporelle. L'introduction de stratégies personnalisées basées sur ces facteurs de risque, notamment le recours préférentiel à la vidéolaryngoscopie, à l'intubation éveillée ou à des dispositifs de sauvetage avancés, permettrait d'optimiser la prise en charge de cette population à haut risque.

1. Importance des critères bucco-faciaux dans l'évaluation préanesthésique

Notre analyse statistique met en évidence la forte corrélation entre l'intubation difficile prévue (score d'Arné > 11) et plusieurs paramètres spécifiques de la région bucco-faciale, en particulier:

- Score de Mallampati élevé (III–IV),
- Ouverture buccale < 4 cm,
- Test de morsure ULBT classe III,
- Présence d'asymétrie faciale.

Ces résultats sont en parfaite concordance avec la littérature, qui souligne l'importance de l'anatomie oro-faciale dans la prédiction de l'intubation difficile, notamment lorsque la filière supraglottique est déformée ou limitée.

La valeur prédictive de l'ULBT, rarement mise en avant dans les cohortes générales, apparaît ici avec un OR élevé et une excellente AUC, ce qui confirme son intérêt spécifique dans les pathologies faciales déformantes.

2. Pertinence clinique des critères locaux versus cervicaux

Contrairement à la pathologie thyroïdienne ou cervicale, les critères cervicaux (circonférence du cou, distance sternomentale, mobilité) sont moins discriminants ici. Cela est logique, car dans les pathologies de la face, les modifications anatomiques sont souvent localisées à la cavité buccale ou au massif facial antérieur, sans nécessairement altérer la statique cervicale.

Cette distinction est importante sur le plan stratégique, car le choix des critères prédictifs doit être adapté à la topographie de la pathologie, une approche désormais soutenue par les recommandations modernes de gestion des voies aériennes[1]

3. Analyse multivariée: indépendance et hiérarchisation des facteurs

Les résultats de notre régression logistique multivariée confirment que:

- ULBT classe III (OR élevé, AUC = 0.91),
- Asymétrie faciale (AUC = 0.87),
- Mallampati III–IV (AUC = 0.84),
- Ouverture buccale < 4 cm (AUC = 0.83),

Sont les meilleurs prédicteurs indépendants d'intubation difficile dans notre population.

Ces valeurs d'AUC montrent une excellente performance discriminante, dépassant les seuils habituellement considérés comme pertinents (> 0.80), et s'approchant du domaine de la haute valeur diagnostique.

Ces résultats appuient la littérature, où les déformations oro-faciales, d'origine tumorale ou après traumatisme, sont reconnues comme des indications fréquentes d'intubation par VL ou intubation éveillée.

5.1.4.4 Pathologies ORL

La gestion des voies aériennes dans le cadre des pathologies ORL chirurgicales, constitue une situation cliniquement sensible et scientifiquement complexe. En effet, ces patients peuvent présenter des altérations localisées ou diffuses de la filière aérienne supérieure, en lien avec des lésions tumorales, inflammatoires, infectieuses ou traumatiques. Contrairement aux pathologies cervico-faciales où les anomalies sont souvent apparentes et les stratégies d'intubation prévues, les pathologies ORL présentent une variabilité importante dans la difficulté d'accès glottique, rendant indispensable une stratification individualisée du risque.

5.1.4.4.1 Pathologie laryngée

La pathologie laryngée, notamment glottique et sous-glottique, représente l'un des contextes les plus à risque en termes d'intubation difficile. L'obstruction partielle de la filière laryngée, retrouvée dans 12,1 % des patients avec un score d'Arné > 11 , est associée à un OR de 6,9 [IC95 % : 3,0–15,9] dans la régression logistique, ce qui en fait un des marqueurs les plus puissants. Ceci est corroboré par les données de [16] dans le rapport NAP4 et par les recommandations de la Difficult Airway Society (DAS)[4], qui insistent sur l'utilité d'une stratégie d'intubation [146,153,154].

Les scores composites, tels qu'El Ganzouri ≥ 5 (OR = 5,1), apportent une aide supplémentaire précieuse en intégrant plusieurs paramètres anatomiques. L'utilisation combinée de ce score avec l'observation clinique (stridor, voix étouffée), la nasofibroscopie préopératoire, et le scanner permet une stratification fine du risque [155].

Les résultats de cette étude confirment que les paramètres classiques, notamment Mallampati $\geq$ III (OR = 3,2), distance inter-incisives < 4 cm (OR = 2,8), test de la morsure (OR = 2,6) et mobilité cervicale limitée (OR = 2,4) conservent une valeur prédictive significative, conformément à ce que rapportent Apfelbaum et al[27,56].

La réduction significative de la perméabilité des voies respiratoires supérieures a été considérée comme un critère prédictif majeur d'intubation difficile. Ce critère a été inclus dans l'évaluation préanesthésique, impliquant l'exclusion des patients avec signes de détresse respiratoire de l'analyse comparative VL vs DL, en raison du changement de stratégie anesthésique [156].

L'obstruction partielle de la filière laryngée, identifiée par des critères cliniques, radiologiques ou fibroscopiques, est retrouvée dans 12,1 % des cas du groupe Arné > 11 , contre 1,5 % dans le groupe à bas risque ($p = 0,0001$). Ce paramètre est un marqueur fort de prédiction

d'intubation difficile. L'inclusion de cette variable dans l'analyse préanesthésique permet d'affiner la stratification du risque et de mieux préparer l'algorithme de prise en charge [157].

5.1.4.4.2 Pathologie de la cavité buccale

Dans les pathologies de la cavité buccale, les modifications anatomiques profondes rendent l'intubation particulièrement délicate. La présence d'une masse intra-orale partiellement obstructive (OR = 5,6) et une réduction de la mobilité linguale (OR = 6,4) sont les deux marqueurs les plus puissants dans cette population.

Ces résultats sont en accord avec plusieurs travaux qui soulignent que les tumeurs de la langue, du plancher buccal ou du voile du palais entraînent une perte de l'accès glottique, parfois même en laryngoscopie vidéo-assistée.

Les facteurs morphologiques classiques (Mallampati, ouverture buccale, ULBT) gardent leur valeur explicative, renforçant la nécessité d'une approche combinée dans l'évaluation

5.1.4.4.3 Pathologie pharyngée

Les pathologies pharyngées, souvent moins visibles cliniquement, représentent un terrain difficile. Les critères les plus fortement associés à une intubation difficile sont ici la masse obstructive (71 %), la masse hémorragique (43 %) et les troubles de la phonation (OR > 4, $p < 0,005$). Leur détection repose sur un examen rigoureux associant cliniquement la recherche de voix étouffée, de dysphagie, ou de douleurs pharyngées, complétés par l'imagerie et la fibroscopie nasale.

Les scores morphologiques isolés sont ici moins discriminants que dans les autres localisations, mais ils doivent être interprétés en association pour améliorer la sensibilité prédictive[1]

5.1.4.4.4 Pathologies de l'oreille et des fosses nasales : profils anatomiques généraux

Ces pathologies sont généralement peu impliquées dans la genèse directe d'intubation difficile. Toutefois, les critères morphologiques généraux (Mallampati $\geq$ III, ULBT III, distance inter-incisives < 4 cm) conservent une valeur prédictive modérée.

Ces résultats rejoignent les conclusions d'études, qui montrent que la difficulté d'intubation dans ces cas dépend essentiellement du terrain morphologique du patient et non de la pathologie chirurgicale elle-même.

Ainsi, une évaluation préopératoire allégée mais rigoureuse est suffisante, sans recours systématique à l'imagerie ou à la fibroscopie sauf en cas de signes d'alerte cliniques.

5.1.5 Analyse des paramètres d'intubation difficile en pathologie ORL et cervico-faciale

5.1.5.1 Pathologie cervico-faciale

5.1.5.1.1 Pathologie cervicale

L'analyse des données issues de notre étude en pathologie cervicale met en évidence une supériorité claire et statistiquement significative de la vidéolaryngoscopie (VL) par rapport à la laryngoscopie directe (DL), tant en termes de performance technique que de sécurité des patients.

Les grades de Cormack-Lehane sont significativement améliorés dans le groupe VL ($p < 0,001$), ce qui traduit une meilleure exposition glottique. Cette amélioration visuelle a un impact direct sur la facilité de l'intubation, comme en témoigne le score IDS (Intubation Difficulty Scale) plus faible dans le groupe VL ($p < 0,001$). Cette observation rejoint les recommandations des principales sociétés savantes.

L'incidence de l'intubation difficile réelle est significativement plus faible avec la VL (11,1 % contre 30,9 % avec DL ; $p = 0,001$), ce qui confirme son efficacité dans les situations à haut risque anatomique. Le taux de succès à la première tentative est également notablement plus élevé (88,9 % vs 69,1 % ; $p < 0,001$), paramètre considéré comme un indicateur de qualité en anesthésie.

L'analyse des tentatives multiples renforce cette conclusion, la nécessité d'une deuxième ou troisième tentative est significativement moindre avec la VL. Cela constitue un avantage en termes de réduction du traumatisme laryngé, d'hypoxie, et de morbidité globale, éléments critiques en chirurgie cervico-faciale où les délais d'intubation peuvent compromettre la sécurité du patient.

Le gain en efficacité de la VL est corroboré par la réduction significative de la durée de la première tentative d'intubation (32,4 s vs 45,7 s ; $p < 0,001$), malgré une durée d'insertion du tube comparable ($p = 0,218$). Ceci s'explique par la facilité d'exposition offerte par la VL, sans nécessité d'alignement strict des axes oropharyngés[158,159].

L'étude de la courbe IDS/temps total d'intubation montre un allongement progressif du temps avec l'augmentation du score IDS dans les deux groupes, mais avec un avantage systématique pour la VL, notamment pour les IDS > 5 . Ce constat corrobore des travaux qui soulignent la capacité de la VL à maintenir un haut niveau de performance même dans les situations les plus complexes.

Les manœuvres d'optimisation (repositionnement de lame, pression externe, force de traction, bougie) sont significativement plus fréquentes avec la DL ($p < 0,001$), indiquant une ergonomie

supérieure avec la VL. Cette limitation des gestes per-procédure contribue à la diminution des lésions iatrogènes et au confort opérateur.

Le recours à la VL comme solution de rattrapage en cas d'échec initial de la DL (30,9 % des patients du groupe DL) confirme son rôle central dans l'algorithme de gestion des voies aériennes difficiles. Cette stratégie est conforme aux recommandations internationales, qui la placent au cœur des alternatives à la DL en cas de difficulté ou d'échec[160,161] .

Enfin, le faible recours aux voies invasives (aucun patient n'a nécessité de d'accès invasive par voie antérieure du cou) souligne la robustesse des techniques mises en œuvre et l'adéquation des stratégies adoptées.

5.1.5.1.2 Apport spécifique en pathologie de la face

Chez les patients présentant une pathologie faciale, la vidéolaryngoscopie (VL) présente un score IDS moyen significativement plus faible (3.2 ± 0.6) que la DL (5.8 ± 1.1), traduisant une moindre difficulté technique. Cette différence est attribuée à la meilleure visualisation glottique qu'offre la VL dans un contexte anatomique altéré (tumeurs, fractures, chirurgie reconstructrice), et renforce sa place en première intention.

Le taux de succès à la première tentative est en faveur de la VL (90 % vs 60 % pour la DL), bien que non significatif ($p = 0,24$) en raison d'un échantillon limité. Aucun échec d'intubation n'a été noté, appuyant la faisabilité de l'intubation même dans ces contextes complexes.

Les durées d'intubation sont également plus courtes dans le groupe VL, ce qui reflète la bonne accessibilité de la glotte dans cette population. L'analyse montre une corrélation positive entre le score IDS et le temps d'intubation, mais les patients VL présentent des durées moindres pour chaque valeur d'IDS, avec moins de dispersion, soulignant la constance de la performance technique de la VL.

Les techniques d'optimisation (bougie, traction, pression laryngée) sont plus fréquentes avec la DL, soulignant une meilleure ergonomie et efficacité de la VL. Le recours à un changement de dispositif a été rare, mais plus fréquent dans le groupe DL (passage à la VL ou au vidéo-stylet), ce qui suggère une plus grande adaptation post-échec avec la DL.

Dans cette population sélectionnée, le recours à une 3^e tentative est resté exceptionnel, reflétant une efficacité globale des stratégies initiales. Aucun patient du groupe VL n'a nécessité de nouvelle tentative, alors qu'un patient du groupe DL a nécessité une conversion en vidéolaryngoscopie, traduisant un échec initial de la laryngoscopie directe.

Bien que ce changement de dispositif ait permis de résoudre la situation, il souligne l'intérêt potentiel d'un recours plus systématique à la VL dès la première tentative, particulièrement dans les situations anatomiquement défavorables, comme celles observées en pathologie

faciale. Toutefois, l'échantillon très réduit à cette étape ne permet pas de conclure à une supériorité statistique [106]

5.1.5.2 Analyse des paramètres d'intubation difficile en pathologies ORL

Cette discussion analyse les paramètres d'intubation difficile chez les patients opérés pour pathologie ORL, en comparant les performances de la vidéolaryngoscopie (VL) à la laryngoscopie directe (DL). Les éléments étudiés incluent le grade de Cormack-Lehane, le score IDS, le nombre de tentatives, les taux d'échec, ainsi que les stratégies de rattrapage. Cette analyse s'appuie sur les résultats statistiques de notre étude

5.1.5.2.1 Supériorité technique de la vidéolaryngoscopie (VL)

Les résultats confirment une supériorité constante de la VL sur la DL pour tous les paramètres techniques évalués. Dans les pathologies du larynx et du pharynx, où la visibilité glottique est souvent compromise, la VL améliore significativement le score IDS, réduit le nombre de tentatives et augmente les taux de réussite à la première tentative.

Analyse multivariée

La régression logistique identifie la technique utilisée (DL vs VL), les pathologies laryngées et pharyngées, et le grade de Cormack élevé comme facteurs indépendants de risque d'intubation difficile. La VL agit comme facteur protecteur, en cohérence avec la littérature internationale[162,163]

5.1.5.2.2 Temps d'intubation et sécurité per-intubation

La réduction du temps de sécurisation des voies respiratoires en VL est cliniquement significative, en particulier pour les pathologies laryngées (18 s vs 27 s). Cette performance est essentielle pour limiter le risque d'hypoxie [142].

5.1.5.2.3 Stratégies d'optimisation et de rattrapage

La VL réduit considérablement le besoin en manœuvres complémentaires (bougie, pression externe, repositionnement). En cas d'échec initial, les conversions vers VL ou dispositifs avancés (vidéo-stylet, laryngoscope de la commissure, trachéotomie) sont nettement plus fréquentes dans le groupe DL, soulignant la valeur stratégique d'un recours précoce à la VL [164–166]

5.1.5.2.4 Implications cliniques

Malgré certaines limites méthodologiques (effectifs réduits par sous-groupe), les résultats soutiennent l'intégration systématique de la VL dans les algorithmes d'intubation des

pathologies ORL à haut risque. Les recommandations internationales encouragent cette pratique dans les situations à visibilité réduite ou anatomie altérée.[167]

5.1.6 Analyse des variations hémodynamiques au cours de l'intubation difficile en chirurgie ORL et cervico-faciale

5.1.6.1 Réponse hémodynamique en pathologie cervico-faciale

Une élévation marquée de la fréquence cardiaque (FC) est observée dans le groupe laryngoscopie directe (DL) dès la phase d'exposition, avec un pic à la première minute suivant l'intubation. Cette réponse adrénergique, typiquement liée à la stimulation laryngée, est significativement atténuée dans le groupe vidéolaryngoscopie (VL), reflétant une intubation moins invasive sur le plan mécanique et une moindre activation du système sympathique

La pression artérielle systolique (PAS) augmente de manière significative dans le groupe DL, alors qu'elle reste stable dans le groupe VL. Cette stabilité témoigne d'un impact cardiovasculaire moindre, ce qui est essentiel en particulier chez les patients fragiles (Joffe 2019, Doyle 2019). La pression artérielle diastolique (PAD) suit une dynamique similaire à la PAS, confirmant une réponse sympathique plus importante dans le groupe DL.

La pression artérielle moyenne (PAM) reste plus stable avec la VL, ce qui souligne l'intérêt de cette technique dans la réduction du stress hémodynamique. Ces observations rejoignent les recommandations récentes insistant sur le choix de techniques moins agressives chez les patients à haut risque cardiovasculaire [168,169].

5.1.6.2 Réponse hémodynamique selon la topographie ORL

L'analyse des courbes hémodynamiques en fonction de la localisation ORL montre que la complexité anatomique influence directement la réponse adrénergique. Dans les pathologies de l'oreille ou des sinus, la réponse cardiovasculaire reste modérée et mieux contrôlée, notamment lors de l'intubation par VL.

En revanche, les pathologies pharyngées, buccales et laryngées s'accompagnent de variations hémodynamiques marquées. La FC et la PAM atteignent leurs pics lors des manœuvres de laryngoscopie directe, surtout en cas de difficulté d'exposition, de réflexe laryngé exacerbé ou de durée d'intubation prolongée. La VL offre ici un avantage considérable en limitant l'agression mécanique et en réduisant la durée de manipulation des voies aériennes.

5.1.6.3 Intérêt de la standardisation pharmacologique

Tous les patients de l'étude ont reçu un protocole standardisé : prémédication anxiolytique, induction au propofol, analgésie au sufentanil, curarisation au rocuronium. Cette homogénéité

permet d'isoler l'impact technique (VL vs DL) sur la stabilité hémodynamique, sans interférence pharmacologique majeure.

Les données confirment que la combinaison de la VL et d'un protocole pharmacologique rigoureux constitue une stratégie efficace d'optimisation des conditions d'oxygénation et d'intubation, aussi de prévention des réponses sympathiques à l'intubation, particulièrement dans les contextes ORL à haut risque.[170,171]

5.1.7 Analyse des complications en pathologies ORL et cervico-faciales dans un contexte d'intubation difficile

5.1.7.1 Complications en chirurgie cervico-faciale

On note une incidence plus faible des complications lors de l'intubation par vidéolaryngoscopie (VL) par rapport à la laryngoscopie directe (DL). Les complications les plus fréquemment observées en DL incluent: lésions dentaires, saignements, hypoxie, toux post-extubation et dysphonie. L'utilisation de la VL, grâce à sa meilleure exposition laryngée et à la réduction du nombre de tentatives, diminue significativement le risque de ces événements indésirables

5.1.7.2 Complications en pathologies ORL

L'analyse des complications post-intubation dans les pathologies ORL met en évidence une variabilité selon la localisation. Les pathologies de l'oreille et des sinus sont peu associées à des complications majeures. À l'inverse, les atteintes du pharynx, de la cavité buccale et du larynx présentent une morbidité plus importante, en raison des déformations anatomiques, saignements ou œdèmes associés.

Les complications observées incluent: dysphonie, œdème laryngé, douleurs oropharyngées, toux irritative, bris dentaire et intubation œsophagienne. Ces complications sont plus fréquentes dans le groupe DL, en lien avec des tentatives multiples, une exposition plus traumatique et des difficultés d'alignement des axes visuels [143]

La VL réduit significativement la fréquence de ces événements en apportant une visualisation indirecte stable, diminuant ainsi la morbidité mécanique, respiratoire et cardiovasculaire. Cette supériorité est particulièrement marquée dans l'obstruction partielle et le haut risque hémorragique [30]

Résumé statistique

L'analyse multivariée montre que les odds ratios (OR) des complications post-intubation sont systématiquement inférieurs à 1 pour la VL comparée à la DL [172]. Pour plusieurs complications majeures, les intervalles de confiance (IC) n'incluent pas la valeur 1, confirmant la supériorité statistique de la VL dans la prévention des complications. La ligne verticale OR = 1 représente l'absence de différence, et sa non-intersection avec l'IC valide la significativité des résultats [1]

5.1.8 Analyse de l'évolution de la SpO₂ au cours de l'intubation difficile en pathologies ORL et cervico-faciales dans un contexte d'intubation difficile

5.1.8.1 Chirurgie cervico-faciale : évolution de la SpO₂

L'analyse de la saturation en oxygène (SpO₂) met en évidence une désaturation plus marquée dans le groupe laryngoscopie directe (DL), notamment à partir d'une minute après le début de la laryngoscopie. Cette désaturation est liée à la stimulation laryngée et à la durée prolongée du geste. Malgré une stratégie d'oxygénation optimisée (préoxygénation et insufflation passive), la SpO₂ chute jusqu'à 94 % ± 2 au-delà de 4 minutes en DL.

En comparaison, la vidéolaryngoscopie (VL) permet de maintenir une meilleure stabilité de saturation tout au long de la séquence per-intubation, grâce à une intubation plus rapide et une réussite accrue à la première tentative

5.1.8.2 Pathologies ORL : évolution de la SpO₂

Dans les pathologies laryngées, la chute de SpO₂ est la plus importante, en particulier en DL, du fait de l'obstruction des voies aériennes et des difficultés d'exposition glottique. Les patients atteignent parfois des seuils critiques dès T1-T2. La VL permet un maintien plus stable de la SpO₂ grâce à une intubation mieux orientée et plus rapide

Les pathologies pharyngées et buccales entraînent une désaturation modérée, notamment en DL, du fait des manipulations répétées et des apnées prolongées. Les pathologies nasales et de l'oreille induisent des variations SpO₂ plus modérées, principalement influencées par la durée du geste. Dans tous les cas, la VL montre une meilleure performance, tant en termes de rapidité que de stabilité des saturations [143]

5.1.8.3 Analyse comparative des saturations minimales

L'analyse des saturations minimales confirme la supériorité de la vidéolaryngoscopie. Les médianes enregistrées montrent une SpO₂ minimale de 90,1 % pour le groupe DL contre 92,3 % pour le groupe VL. Cette différence, bien que modeste, est significative sur le plan clinique dans les contextes à haut risque hypoxique.

L'analyse de régression logistique souligne également une variabilité plus faible dans le groupe VL, ce qui traduit une meilleure reproductibilité et fiabilité de la technique. La vidéolaryngoscopie apparaît donc comme une stratégie de choix pour préserver l'oxygénation per-intubation, en particulier en chirurgie ORL à haut risque anatomique[173]

5.2 Discussion des résultats de l'étude de sécurité

5.2.1 Caractéristiques générales de la population

Parmi les 377 patients présentant un score d'Arné supérieur à 11 à l'évaluation pré anesthésique, 344 ont été retenus pour la randomisation en deux groupes (vidéolaryngoscopie vs laryngoscopie directe) et inclus dans l'analyse comparative principale du protocole. Les 43 patients restants ont été exclus de cette randomisation en raison de contre-indications formelles à l'intubation trachéale conventionnelle sous anesthésie générale.

Ces contre-indications comprenaient :

- Des signes cliniques de haut risque d'échec de ventilation ou d'intubation (trismus sévère, atteinte du rachis cervical, antécédents d'intubation impossible).
- Des anomalies radiologiques majeures (obstruction glottique, compression trachéale serrée, déviation marquée).
- Des constatations fibroscopiques défavorables (vue glottique altérée, voie respiratoire obstruée > 50 %).

Chez ces 43 patients à haut risque, une intubation trachéale éveillée a été privilégiée. Cette stratégie visait à assurer la sécurité du patient en maintenant la ventilation spontanée et en évitant tout recours à une anesthésie générale et à un risque hypoxique non maîtrisée.

5.2.1.1 Indications d'intubation trachéale à l'état d'éveil en chirurgie ORL et cervico-faciale

On observe la diversité des indications d'intubation trachéale à l'état d'éveil en chirurgie ORL et cervico-faciale. Les pathologies laryngées représentent près d'un tiers des indications (32,5 %), traduisant leur association fréquente à une obstruction glottique sévère, une altération de la visualisation laryngée et un risque accru d'hypoxie [156]. Les pathologies thyroïdiennes et les cellulites cervico-faciales suivent en fréquence, souvent responsables de déviation trachéale, compression extrinsèque ou trismus sévère, ce qui justifie une stratégie anticipative[174]

Les tumeurs endobuccales imposent une stratégie de contournement technique en raison d'un accès oral limité ou d'un alignement cervical impossible, où la fibroscopie nasale est souvent la seule option [1]. Les pathologies para- et rétropharyngées, bien que rares, nécessitent une vigilance extrême en raison de leur caractère compressif profond, souvent asymptomatique cliniquement, mais potentiellement instable à l'induction.

Cette distribution justifie une approche multidisciplinaire intégrée, fondée sur une évaluation clinique, radiologique et fibroscopique, conforme aux recommandations de la Difficult Airway Society[175].

L'analyse des caractères généraux montre une prédominance masculine, notamment dans les pathologies rétropharyngées et thyroïdiennes, en cohérence avec les données épidémiologiques internationales. L'âge moyen varie selon les groupes pathologiques, plus élevé dans les

pathologies tumorales ou inflammatoires chroniques, plus jeune dans les infections aiguës ou anomalies congénitales.

L'analyse de l'IMC montre une majorité de patients dans la norme pondérale OMS, sauf pour les tumeurs endobuccales, souvent associées à une perte de poids significative

La répartition des classes ASA souligne une majorité d'ASA II, avec quelques cas d'ASA III, surtout dans les groupes laryngé et rachidien, soulignant le besoin de préservation de la ventilation spontanée pendant l'intubation [176].

Enfin, la diversité étiologique et morphologique justifie la hiérarchisation des techniques d'intubation éveillée : fibroscopie nasale, vidéolaryngoscopie, ou trachéotomie planifiée. La stratégie adoptée dans notre étude repose sur une évaluation préopératoire rigoureuse, une planification collégiale et l'application stricte des algorithmes internationaux [177]

5.2.1.2 Évaluation croisée des facteurs décisionnels et choix techniques

L'analyse croisée des pathologies étudiées révèle que la décision d'intubation éveillée ne repose pas uniquement sur la topographie lésionnelle, mais sur une combinaison de critères prédictifs : obstruction clinique, trismus, vue laryngée altérée à la fibroscopie, compression ou déviation trachéale à l'imagerie, antécédents chirurgicaux ou médicaux (diabète, radiothérapie, spondylarthrite).

Chez les patients atteints de cellulite cervico-faciale, le trismus était constant (9/9), l'obstruction clinique majeure, et la présence de rachis fixe notée dans deux cas. Le terrain diabétique (6/9) renforce le caractère à haut risque de cette entité. L'intubation fibroscopique nasale éveillée était la seule technique réalisable.

Les pathologies thyroïdiennes, compressives et déviant l'axe trachéal, ont justifié une approche prudente en raison de l'association fréquente à des antécédents lourds (radiothérapie, spondylarthrite) et à une visibilité laryngée altérée (9/9). La fibroscopie s'est imposée par défaut, la VL et la trachéotomie étant parfois contre-indiquées.

Dans les pathologies endobuccales, le trismus mécanique (2/5), l'obstruction pharyngée (5/5) et l'accès antérieur impossible (5/5) ont motivé le choix systématique de l'intubation nasale, avec préparation locale rigoureuse.

Les tumeurs laryngées (15 cas) ont toutes présenté une obstruction sévère, altérant la vue glottique à la fibroscopie. En l'absence de trismus, la VL éveillée était envisageable, mais la fibroscopie était souvent préférée en cas de suspicion de saignement ou d'infiltration post-radique.

Enfin, les pathologies para- et rétropharyngées ont été abordées par fibroscopie ou VL selon la perméabilité de la filière et la nature bénigne ou maligne de la lésion. Les lipomes et abcès rétro/parapharyngés ont été intubés avec succès sous fibroscopie.

5.2.2 Analyse des critères prédictifs d'intubation difficile en pathologie ORL et cervico-faciale

L'analyse approfondie des cas démontre que les critères les plus discriminants dans l'indication d'intubation éveillée sont :

La contre-indication à la laryngoscopie (trismus, impossibilité d'ouvrir la bouche, fixation cervicale sévère),

L'accès cervical antérieur jugé difficile (œdème diffus, séquelles post-radicales, infiltration tumorale),

La présence d'une obstruction glottique sévère ou d'une hémorragie menaçante (tumeurs de la base de langue, cancers laryngés).

Ces critères, lorsqu'ils sont combinés, imposent une stratégie d'intubation éveillée planifiée, fondée sur une évaluation rigoureuse préopératoire (scanner, nasofibroscopie), et une prise de décision collégiale anticipée.

Dans les cas où la fibroscopie est contre-indiquée (saignement actif, tumeur occlusive), la vidéolaryngoscopie peut représenter une alternative efficace si l'ouverture buccale est suffisante. À l'inverse, lorsque l'axe cervical est inaccessible et que la filière buccale est obstruée, seule la trachéotomie éveillée reste une option réaliste.

L'ensemble de ces données valide une approche algorithmique multidimensionnelle, dans laquelle le type de pathologie n'est qu'un facteur parmi d'autres. La sécurité de l'intubation repose sur l'anticipation des contraintes mécaniques, visuelles et physiopathologiques spécifiques à chaque patient [178].

5.2.3 Comparaison des techniques selon les contraintes anatomiques

La fibroscopie nasale se révèle la plus polyvalente lorsqu'un accès nasal est perméable et qu'aucun saignement actif ne compromet la visibilité. Elle est particulièrement efficace en cas de trismus, d'accès buccal limité ou de rachis cervical fixe [179]

La vidéolaryngoscopie éveillée est préférable dans les situations sans trismus, avec un axe oral accessible, et permet une vue indirecte rapide et une assistance en temps réel, tout en améliorant la pédagogie dans les environnements universitaires. Elle est contre-indiquée en cas de tumeur saignante ou d'ouverture buccale impossible et de rachis fixé.

La trachéotomie chirurgicale planifiée représente la seule alternative viable dans les cas combinant obstruction haute, impossibilité de laryngoscopie, et difficulté d'accès nasal ou cervical. Elle est indiquée dans les tumeurs infiltrantes hémorragiques, les cellulites profondes, ou les carcinomes envahissants avec perte de repères anatomiques[143]

Ainsi, chaque technique présente des avantages et des limitations spécifiques qu'il convient de hiérarchiser en fonction de la triade suivante :

- Accès anatomique (oral, nasal, cervical),
- Visualisation glottique possible,
- Sécurité ventilatoire et risque hémorragique.

Cette comparaison permet d'orienter une stratégie raisonnée, individualisée, et conforme aux recommandations des sociétés savantes.

5.2.4 Stratégies d'intubation trachéale éveillée en chirurgie ORL et cervico-faciale CHU Annaba

5.2.4.1 Intubation fibroscopique nasale éveillée en chirurgie ORL et cervico-faciale

L'intubation trachéale à l'état d'éveil par fibroscopie souple, notamment par voie nasale, est historiquement considérée comme la technique de référence en cas de voie aérienne difficile prévue, en particulier en chirurgie ORL et cervico-faciale. Elle est recommandée par les sociétés savantes telles que l'American Society of Anesthesiologists (ASA 2022), en raison de sa capacité à préserver la ventilation spontanée tout au long de la procédure et à fournir un contrôle visuel progressif et précis des structures laryngées [1]

Dans notre étude, cette technique a été indiquée chez les patients présentant des situations anatomoclinique à haut risque : trismus sévère, rachis cervical fixe, masses obstructives, cellulites cervico-faciales et atteintes parapharyngées ou rétropharyngées. Elle a permis, dans la majorité des cas, une intubation sécurisée sans perte de contrôle de la ventilation. Toutefois, des cas d'échec de la fibroscopie ont été observés, liés à des conditions locales défavorables : saignement tumoral actif, vue glottique inaccessible ou anatomie distordue empêchant l'orientation du fibroscope.

Face à ces échecs, deux alternatives ont été utilisées selon la situation :

- En l'absence de contre-indication à la laryngoscopie, un relais vers une vidéolaryngoscopie vigile a été réalisé avec succès, profitant de la visualisation indirecte améliorée et de la possibilité de manipuler l'axe glottique avec un stylet vidéo-assisté[180].
- En cas de saignement tumoral important, notamment dans certaines tumeurs laryngées ou de la base de langue obstruant la vue fibroscopique, une trachéotomie chirurgicale éveillée a été pratiquée comme solution de dernier recours, avec un excellent contrôle ventilatoire et sans complication majeure[179,181].

Ces adaptations soulignent l'importance, dans le contexte de la chirurgie ORL et cervico-faciale, de ne pas considérer la fibroscopie comme une solution unique, mais bien comme un maillon dans une chaîne de décision fondée sur une évaluation clinique, endoscopique et radiologique approfondie. Elles rappellent également l'impératif d'un plan B immédiatement

disponible comme le recommandent l'ASA (2022), le NAP4 (Cook et al., 2011) et les guides de la DAS (2015, 2019).

En somme, bien que la fibroscopie nasale éveillée demeure une technique essentielle pour la gestion des voies aériennes difficiles prévues, notamment dans les pathologies ORL hautement obstructives ou fixées, sa réussite repose sur une expertise technique, une préparation rigoureuse, et une planification alternative claire. Son association avec la vidéolaryngoscopie ou, si besoin, la trachéotomie chirurgicale, compose un arsenal complémentaire qui renforce la sécurité du patient en contexte ORL complexe [182].

5.2.4.2 Intubation vidéolaryngoscopique éveillée en chirurgie ORL et cervico-faciale

L'intubation trachéale à l'état d'éveil sous vidéolaryngoscopie (VL) représente aujourd'hui une alternative validée et efficace à la fibroscopie souple, en particulier dans les contextes de voies aériennes difficiles prévues où un accès buccal reste possible. Son utilisation repose sur la capacité du dispositif à offrir une visualisation indirecte optimale de la glotte sans nécessiter d'alignement rigoureux des axes anatomiques, rendant cette technique particulièrement utile en chirurgie ORL et cervico-faciale, où les distorsions anatomiques et les limitations de mobilité cervicale sont fréquentes [183,184].

Dans notre étude, la vidéolaryngoscopie éveillée a été sélectionnée en première intention chez les patients sans trismus sévère, présentant un axe oral accessible, et sans saignement actif. Elle a également été utilisée comme technique de rattrapage après échec de fibroscopie. Dans ces situations, l'usage d'un vidéolaryngoscope à lame Macintosh ou hyperangulée a permis d'obtenir une vue glottique satisfaisante, souvent améliorée par l'usage d'un stylet rigide ou vidéo-assisté, avec un taux de succès élevé et un excellent confort d'exécution[185].

Les données de la littérature confirment cette performance. Une méta-analyse récente a comparé la vidéolaryngoscopie éveillée à la fibroscopie flexible chez des patients à voie aérienne difficile prévue, et elle conclut à une efficacité équivalente en termes de succès d'intubation, avec un temps moyen de procédure significativement plus court. En ORL, où le risque de désaturation est majeur en cas de tentative prolongée, ce gain de temps constitue un avantage déterminant [186].

Un des atouts majeurs de la vidéolaryngoscopie en contexte éveillé est la vision partagée, l'image glottique est visible par l'ensemble de l'équipe anesthésique et chirurgicale, ce qui améliore la communication entre les équipes et la prise de décision thérapeutique, elle autorise aussi une orientation en temps réel par le superviseur, et renforce la coordination des gestes lors des cas complexes. Cet aspect est crucial dans ce type de chirurgie. Ce bénéfice pédagogique et organisationnel est d'ailleurs souligné dans les recommandations de la Difficult Airway Society (DAS, 2019), qui positionne la VL comme méthode de référence pour l'intubation vigile, aux côtés de la fibroscopie, en particulier lorsque la coopération du patient est bonne et que l'anatomie permet un abord oral [184,187].

Dans notre série, la vidéolaryngoscopie éveillée a été préférée en cas d'échec ou d'inconfort avec la fibroscopie, à condition que l'ouverture buccale et la mobilité cervicale le permettent. Elle s'est avérée particulièrement efficace dans les pathologies thyroïdiennes compressives, les déformations extrinsèques non obstructives, ou certaines tumeurs endobuccales latérales n'empêchant pas l'introduction de la lame. En revanche, son emploi a été formellement évité en cas de trismus sévère, rachis fixé, de tumeur infiltrante de la base de langue, ou de saignement actif, situations où la fibroscopie ou la trachéotomie planifiée conservaient une indication prioritaire. Ces choix sont cohérents avec les recommandations de l'ASA 2022, qui reconnaît la vidéolaryngoscopie comme une option valide pour l'intubation éveillée, tout en insistant sur l'importance de respecter les critères d'accès anatomique et de tolérance du patient.

L'ergonomie visuelle apportée par la VL facilite également la reconnaissance rapide des structures glottiques et permet un ajustement immédiat de la stratégie d'introduction du tube, notamment à l'aide d'un stylet angulé adapté à la courbure de la lame. Dans les cas où l'exposition glottique était insuffisante, le recours à une association VL + vidéo-stylet a été utilisé avec succès, comme le recommande la littérature récente sur les approches combinées en voie aérienne difficile. De plus, le caractère moins invasif de l'approche par VL comparé à une fibroscopie dans certains cas (absence de contact prolongé avec la muqueuse nasale ou laryngée) a pu améliorer la tolérance psychologique du patient éveillé.

Sur le plan des complications, notre étude n'a rapporté aucun incident majeur lors des procédures sous VL éveillée. Quelques réactions de toux réflexe et une dysphonie transitoire ont été notées, en lien probable avec le passage du tube ou un contact avec les structures périglottiques, mais aucune désaturation ni conversion en technique alternative n'a été nécessaire. Ces données s'accordent avec les données de la littérature, qui soulignent un profil de sécurité comparable à la fibroscopie lorsque la VL est correctement indiquée et réalisée avec un protocole rigoureux (anesthésie locale adéquate, oxygénation avant et pendant le geste et préparation du matériel de secours).

En conclusion, dans le contexte spécifique de la chirurgie ORL et cervico-faciale, la vidéolaryngoscopie éveillée apparaît comme une option efficace, rapide et sécurisée pour l'intubation trachéale anticipée dès lors que l'anatomie le permet. Elle doit être envisagée comme complémentaire à la fibroscopie, et non exclusive, dans une stratégie de gestion des voies aériennes personnalisée, multidisciplinaire, et conforme aux recommandations internationales les plus récentes (ASA 2022, DAS 2019). Elle représente également une opportunité pédagogique précieuse, particulièrement en environnement hospitalo-universitaire, où la supervision et la vision partagée optimisent l'apprentissage et la sécurité.

5.2.4.3 Trachéotomie chirurgicale programmée en chirurgie ORL et cervico-faciale

La trachéotomie chirurgicale planifiée à l'état d'éveil constitue l'ultime recours sécuritaire dans la gestion des voies aériennes difficiles prévues, en particulier en chirurgie ORL et cervico-faciale, où les déformations anatomiques, les obstructions tumorales, ou les séquelles post-thérapeutiques peuvent compromettre toute tentative d'intubation par voie naturelle. Elle

s'inscrit dans une stratégie proactive de préservation de l'oxygénation sans induction anesthésique, recommandée par les sociétés savantes comme l'American Society of Anesthesiologists (ASA, 2022) et la Difficult Airway Society (DAS, 2019), en cas de risque élevé de double échec : ventilation et intubation [1,187]

Dans notre série, cette stratégie a été retenue de façon anticipée pour plusieurs patients présentant des obstacles majeurs à une intubation conventionnelle :

- Des tumeurs laryngées massives ou infiltrantes, évaluées par nasofibroscope comme hautement obstructives (vue glottique totalement occultée ou quasi absente) ;
- Des tumeurs endobuccales hémorragiques, notamment de la face interne de la joue ou de la base de langue, dont le contact avec un fibroscope ou une lame de vidéolaryngoscope a provoqué un saignement actif empêchant toute visualisation glottique ;
- Des cas de fixation cervicale post-radiothérapie, avec fibrose extensive et accès restreint au rachis ;
- Des cellulites cervicales profondes, rendant les repères cliniques incertains et l'intubation hasardeuse.

Face à ces scénarios, l'intubation par vidéolaryngoscopie ou fibroscopie exposait à un risque élevé d'échec ou d'aggravation aiguë de l'obstruction. La décision de réaliser une trachéotomie à l'état de veille, sous anesthésie locorégionale, en ventilation spontanée, a été prise en amont, dans un cadre multidisciplinaire associant anesthésistes, chirurgiens ORL. Cette anticipation est en parfaite adéquation avec les recommandations de l'ASA (2022), qui stipule qu'« une voie chirurgicale élective doit être envisagée si le risque combiné d'échec d'intubation et d'impossibilité de ventilation est élevé » [1]

Le caractère ORL et cervico-facial de ces situations impose une attention particulière à la faisabilité de l'abord cervical antérieur. En effet, les adhérences post-radicales, les tissus cellulitiques œdémateux, ou l'infiltration tumorale peuvent rendre l'identification des repères trachéaux difficile, exposant à un risque de saignement, de faux trajet ou de perte de contrôle de la ventilation. Dans notre expérience, ces difficultés ont été prévenues grâce à une évaluation clinique et tomodensitométrique minutieuse, et les procédures ont été confiées à des chirurgiens ORL expérimentés dans des conditions optimisées (monitorage, aspiration, oxygène nasal, matériel de conversion disponible) .

La trachéotomie planifiée a ainsi permis d'assurer un contrôle ventilatoire stable chez tous les patients concernés, sans incident peropératoire ni complication immédiate. Elle a également été utilisée, dans certains cas, comme voie d'abord définitive, notamment en présence de lésions carcinomateuses avancées ou d'indications de chirurgie ablative majeure (laryngectomie totale, résection de la base de langue). En plus d'assurer une sécurité anesthésique, elle s'intègre donc parfois au protocole chirurgical thérapeutique lui-même [188].

Il est important de noter que cette stratégie, bien que très efficace, n'est pas dénuée de contraintes. Elle nécessite :

- Une expertise chirurgicale ORL disponible immédiatement ;

- Un temps opératoire suffisant (5 à 15 minutes en moyenne) pour exposer la trachée sans précipitation ;
- Une coopération minimale du patient, facilitée par une sédation légère et une prémédication antisialagogue ; Et surtout, une anticipation logistique rigoureuse : salle de bloc prête, équipe formée, oxygénation continue, moyens d'aspiration et de conversion (masque laryngé, cricothyrotomie) disponibles.

Dans la littérature, plusieurs séries mettent en évidence la supériorité de la trachéotomie planifiée sur les accès chirurgicaux d'urgence, notamment en termes de taux de succès, de contrôle de l'oxygénation, et de morbidité réduite. Le rapport NAP4 souligne que de nombreux décès liés à l'échec d'intubation auraient pu être évités si une trachéotomie éveillée avait été envisagée plus tôt. C'est pourquoi les guides modernes de l'ASA et du DAS insistent sur la nécessité d'intégrer cette option dans tout algorithme de gestion des voies respiratoires difficiles [143,189].

Enfin, la trachéotomie planifiée représente un acte symbolique de l'approche proactive et sécuritaire de l'anesthésiste en chirurgie ORL et cervico-faciale : elle incarne la capacité à renoncer à une intubation risquée, à collaborer étroitement avec le chirurgien, et à choisir la voie la plus sûre, même si elle est plus invasive. Son intégration dans la planification préanesthésique, avec information du patient et consentement éclairé, reflète un haut niveau de qualité des soins [190].

5.2.5 Analyse des complications de l'intubation éveillée

L'intubation trachéale éveillée constitue une stratégie incontournable dans la gestion des voies aériennes difficiles prévues, notamment en pathologie ORL et cervico-faciale, où l'anatomie est souvent altérée par des tumeurs infiltrantes, des infections profondes ou des séquelles post-radiques. Elle est fortement recommandée par les sociétés savantes telles que l'American Society of Anesthesiologists [1] et la Difficult Airway Society [187] pour tout patient à haut risque de perte de contrôle ventilatoire.

Dans notre série, les complications les plus fréquentes étaient de nature fonctionnelle et transitoire. Les troubles de la voie post-intubations (30 %) traduisent souvent une irritation glottique ou un œdème laryngé induit par la procédure. Ces manifestations sont particulièrement fréquentes chez les patients porteurs de tumeurs laryngées, même en l'absence de traumatisme direct.

Les réflexes de toux persistante (20 %) et les réactions nauséuses sont également bien documentés, en particulier dans les procédures réalisées sous anesthésie locale isolée. Cette gêne est d'autant plus marquée chez les patients présentant une sensibilité laryngée accrue ou une intolérance au fibroscope. La DAS recommande une anesthésie topique soigneuse et une sédation légère adaptée pour limiter ces désagréments.

Les souvenirs désagréables ou le stress postopératoire (20 %) observés traduisent parfois une préparation psychologique insuffisante ou une sédation inadaptée, ont montré qu'environ un quart des patients gardent un souvenir négatif d'une intubation éveillée si la communication est insuffisante ou si la sédation est trop superficielle.

Complications traumatiques et respiratoires : Les saignements muqueux (15 %) et les hémorragies tumorales (5 %) sont des événements redoutés, surtout dans les tumeurs riches en vaisseaux (larynx, base de langue). Ils nécessitent une manipulation délicate du fibroscope et une préparation soigneuse du patient. Des études ont rapporté une incidence accrue de ces complications dans les tumeurs infiltrantes ou hypervascularisées, insistant sur la nécessité d'une évaluation rigoureuse.

Les désaturations transitoires (10 %) restent relativement fréquentes, notamment en terrain œdémateux ou infectieux. Bien qu'en général réversibles, elles traduisent une vulnérabilité respiratoire accrue dans ce contexte. Le NAP4 a mis en évidence que ces épisodes de désaturation surviennent souvent en cas de tentative prolongée ou répétée sans oxygénation suffisante.

D'autres complications telles que le spasme laryngé (3 %), le bronchospasme (2 %), et plus rarement des fausses routes ou lésions dentaires (1 % chacune), ont également été recensées. Leur faible fréquence témoigne d'une réalisation technique prudente, mais elles rappellent l'importance de la préparation, de l'expertise, et du recours systématique à un plan de secours.

L'absence d'échec d'intubation éveillée dans notre série souligne l'efficacité de notre approche multidisciplinaire structurée, fondée sur :

- Une stratégie individualisée selon la topographie lésionnelle,
- Une anesthésie locale optimisée et bien tolérée,
- Une préparation d'un plan B clair et disponible, et l'expérience collective de l'équipe anesthésique et chirurgicale.

Ces éléments confirment que l'intubation éveillée, bien que sûre en termes de maintien de la ventilation, n'est pas dénuée de morbidité fonctionnelle ou psychologique et nécessite une exécution rigoureuse et humaine à chaque étape [191].

5.3 Discussion des résultats de l'étude formative

5.3.1 Apport de la vidéolaryngoscopie dans la formation initiale à l'intubation trachéale

Les résultats de notre étude démontrent de manière significative l'intérêt pédagogique et clinique de la vidéolaryngoscopie (VL) chez les résidents de première année en anesthésie. En comparaison avec la laryngoscopie directe (DL), la VL a permis une amélioration nette des performances techniques, une réduction des incidents per-intubation, ainsi qu'une optimisation

des compétences non techniques telles que la gestion du stress, la confiance post-procédure et la charge mentale.

Le taux de succès à la première tentative, atteignant 90 % avec la VL contre 60 % avec la DL ($p < 0,001$), s'aligne avec les données publiées, qui rapportent un taux de succès initial significativement plus élevé avec les dispositifs de vidéolaryngoscopie chez les novices. Cette performance est en grande partie attribuée à la meilleure exposition glottique obtenue avec la VL, comme le confirment les grades de Cormack-Lehane plus favorables dans notre série. Des études ont également mis en évidence une amélioration du champ visuel avec la VL, facilitant l'identification des repères anatomiques pour des opérateurs débutants[192,193].

Le gain de temps observé dans notre étude (42 ± 10 s en VL vs 58 ± 15 s en DL) est également rapporté par la méta-analyse [159], qui montre un temps d'intubation significativement plus court avec la VL.

Du point de vue de la sécurité, la réduction des incidents per-intubation (10 % en VL vs 34 % en DL ; $p = 0,003$) dans notre étude confirme l'intérêt de la VL pour limiter les complications chez les patients comme chez les apprenants. Le rapport NAP4 souligne d'ailleurs que les échecs d'intubation sont souvent associés à des tentatives multiples, à une mauvaise visibilité laryngée et à une absence de supervision efficace – trois éléments que la vidéolaryngoscopie permet précisément d'optimiser grâce à sa vision partagée.

Sur le plan des compétences non techniques, les scores de stress, de charge mentale et de confiance post-acte sont significativement en faveur de la VL. Ces résultats corroborent ceux de la littérature, qui montrent que la vidéolaryngoscopie réduit la charge cognitive chez les étudiants en médecine, en leur offrant une perception visuelle directe de leurs actions et un meilleur encadrement. Ce bénéfice pédagogique est renforcé par la possibilité d'une correction immédiate par le formateur, visible à l'écran, ce que la DL ne permet pas.

En matière d'évaluation globale de la fluidité, de la sécurité et de l'adaptabilité de la technique, les scores attribués par les participants à la VL étaient largement supérieurs (respectivement 8,4 ; 9,2 ; 8,6/10), confirmant que cette modalité technique est perçue comme plus intuitive et rassurante dans un contexte d'apprentissage. Les recommandations de la Difficult Airway Society (DAS, 2019) et celles de l'ASA (Apfelbaum et al., 2022) intègrent d'ailleurs la vidéolaryngoscopie comme outil de première ligne pour l'intubation difficile prévue, tout en soulignant son intérêt pour la formation continue.

En résumé, notre étude met en lumière l'intérêt majeur de la vidéolaryngoscopie comme outil pédagogique structurant dans l'enseignement initial de l'intubation trachéale. Elle permet de sécuriser l'apprentissage technique, de renforcer les compétences non techniques, et d'instaurer une culture de la supervision active. Dans le cadre spécifique de la chirurgie ORL et cervico-faciale, où l'intubation est souvent complexe, cette stratégie se révèle particulièrement pertinente pour former les jeunes anesthésistes à une gestion rigoureuse et anticipée des voies aériennes.

5.3.2 Apport de la vidéolaryngoscopie chez les résidents expérimentés

Chez les résidents seniors, la laryngoscopie directe (DL) est généralement bien maîtrisée, ce qui se traduit par un taux de succès à la première tentative élevé (84 %). Néanmoins, les résultats de notre étude confirment que la vidéolaryngoscopie (VL) conserve des avantages mesurables même chez ces opérateurs entraînés. Le taux de succès à la première tentative atteint 94 % avec la VL, bien que la différence avec la DL ne soit pas significative ($p = 0,09$), reflétant une efficacité équivalente dans ce groupe expérimenté. Ces données sont cohérentes avec les observations de Rosenstock et al. (2012) [183], qui ont montré que les cliniciens expérimentés atteignent de bons taux de succès avec les deux techniques, mais que la VL peut néanmoins réduire les erreurs d'alignement et faciliter la procédure.

Un élément important est la réduction du temps d'intubation observée avec la VL (38 secondes vs 44 secondes ; $p = 0,01$). Ce gain, bien que modéré, peut s'avérer précieux dans les contextes à haut risque de désaturation ou de collapsus des voies aériennes, notamment en chirurgie ORL [1]. De plus, la diminution du nombre de tentatives nécessaires avec la VL (1 vs 1,5 ; $p = 0,03$) montre que la vidéolaryngoscopie optimise la performance même lorsque la compétence technique est déjà acquise. Cela rejoint les conclusions de Jiang et al. (2020)[181], qui soulignent un taux de réussite plus rapide avec la VL dans les populations à voie aérienne difficile prévue.

L'exposition glottique est également améliorée avec la VL, avec 35 vues de grade I contre 28 en DL. La littérature montre de manière constante que la VL permet une visualisation plus favorable des cordes vocales, réduisant les grades III et IV de Cormack-Lehane[42]. Cette meilleure exposition, associée à une orientation simplifiée du tube à l'aide d'un stylet, contribue à réduire les incidents per-intubation (3,5 % vs 4,5 % ; $p = 0,001$), même si ces derniers restent faibles dans cette population expérimentée.

Sur le plan des compétences non techniques, la VL s'impose à nouveau comme un outil supérieur. Les scores de stress sont significativement plus faibles en VL (2,2 vs 7,2 ; $p < 0,001$), tandis que la confiance post-acte est renforcée (4,8 vs 3,0 ; $p = 0,002$) et la charge mentale est allégée (8,9 vs 8,0 ; $p = 0,001$). Ces résultats corroborent ceux de la littérature, qui ont montré que la VL diminue la charge cognitive et améliore le confort psychologique des praticiens, même expérimentés. L'accès visuel partagé, la supervision directe et l'assistance en temps réel facilitent la prise de décision et réduisent l'anxiété liée à l'incertitude technique.

Enfin, les évaluations subjectives de la fluidité (9,5 vs 8,7), de la sécurité (9,0 vs 7,8) et de l'adaptabilité (94 % vs 84 %) sont toutes significativement supérieures dans le groupe VL ($p \leq 0,01$). Ces données reflètent non seulement une performance technique optimisée, mais aussi une perception renforcée de contrôle, de prévisibilité et de sécurité. Elles soutiennent pleinement les recommandations actuelles de la DAS (2019)[187] et de l'ASA (Apfelbaum et al., 2022)[1], qui considèrent la vidéolaryngoscopie non seulement comme une technique de secours, mais comme un outil de première ligne, y compris dans la formation continue des anesthésistes confirmés.

En somme, même chez des résidents expérimentés, la vidéolaryngoscopie apporte une plus-value mesurable. Elle améliore la fluidité des gestes, renforce la sécurité perçue et objective, et réduit le stress et la charge mentale. Ces bénéfices justifient son intégration systématique dans les programmes pédagogiques avancés et son usage préférentiel dans les environnements complexes tels que le bloc ORL.

5.3.3 Comparaison DL vs VL chez les opérateurs expérimentés (auxiliaires en anesthésie)

Chez les auxiliaires en anesthésie, dont la formation repose historiquement sur la maîtrise de la laryngoscopie directe (DL), les résultats de cette étude confirment que le niveau de compétence technique élevé gomme en grande partie les différences entre les dispositifs d'intubation. En effet, que ce soit avec la DL ou la VL, les taux de succès à la première tentative sont exceptionnellement élevés (96 % vs 98 % ; $p = 0,56$), et les temps d'intubation quasi identiques (36 s vs 34 s ; $p = 0,18$). Ces observations s'alignent avec les travaux internationaux qui rapportent que la performance des cliniciens expérimentés reste élevée quel que soit le dispositif employé, la valeur ajoutée de la VL étant plus marquée chez les praticiens moins expérimentés.

La qualité de l'exposition glottique (Cormack-Lehane) ne diffère pas significativement ($p = 0,64$), confirmant la capacité des experts à optimiser leur geste, même avec une exposition initialement difficile. Cette capacité à compenser les limitations visuelles ou anatomiques est un trait typique des opérateurs expérimentés [129].

Concernant les complications per-intubation, la faible incidence observée dans les deux groupes (2,1 % en VL vs 2,4 % en DL ; $p = 0,20$) témoigne de la robustesse de la pratique de ces professionnels. Il est intéressant de noter que même les paramètres subjectifs — stress perçu, confiance post-acte, charge mentale, fluidité, sécurité ressentie et adaptabilité — restent à des niveaux élevés ($> 9/10$), sans avantage significatif pour la VL. Cette stabilité dans la perception de la performance et du confort technique [104], qui concluaient que la VL n'apporte pas de bénéfice supplémentaire mesurable aux praticiens expérimentés dans un environnement contrôlé.

Ainsi, la valeur ajoutée de la VL dans ce groupe réside moins dans la performance objective que dans la possibilité de standardiser l'approche entre les différents niveaux d'opérateurs, de faciliter la supervision, et de maintenir une homogénéité pédagogique au sein du bloc opératoire. Comme le soulignent les recommandations de la Difficult Airway Society (DAS, 2019), la VL ne devrait pas être réservée aux situations difficiles, mais intégrée comme outil de routine pour garantir une communication visuelle optimale, notamment dans le cadre du travail en binôme ou en équipe multiprofessionnelle.

En résumé, les résultats obtenus chez les auxiliaires en anesthésie illustrent l'effacement des différences techniques entre DL et VL dans un contexte de haute expertise, tout en soulignant que la vidéolaryngoscopie conserve sa légitimité en tant qu'outil ergonomique et pédagogique, y compris dans les mains des praticiens les plus aguerris [194].

5.4 Concordance méthodologique avec les recommandations internationales

5.4.1 Alignement de notre stratégie locale avec les recommandations internationales (ASA 2022, DAS 2020, SFAR 2017, PUMA 2023)

Notre protocole de gestion des voies respiratoires difficiles en chirurgie ORL et cervico-faciale s'inscrit dans une dynamique d'harmonisation avec les lignes directrices internationales de référence. En croisant les enseignements issus de notre triple approche (technique, sécuritaire et pédagogique) avec les recommandations formulées par l'ASA (2022) [1], la DAS (2015) [4], la SFAR (2017) [62] et le consensus PUMA (2020)[32], il apparaît que les fondements de notre stratégie locale répondent à des principes de bonne pratique largement validés à l'échelle mondiale.

5.4.1.1 Reconnaissance anticipée de la difficulté et planification

Toutes les recommandations s'accordent sur la nécessité d'une évaluation préanesthésique rigoureuse, incluant l'identification des facteurs anatomiques, fonctionnels ou contextuels associés à une VRD. Cette approche est parfaitement intégrée dans notre pratique par l'utilisation systématique du score d'Arné, enrichie par des données complémentaires telles que l'imagerie cervicale et l'évaluation fibroscopique sélective. Cela rejoint le principe central de stratégie anticipée défendu par l'ASA 2022 et la DAS 2015.

5.4.1.2 Vidéolaryngoscopie en première intention

Les recommandations ASA (2022) et SFAR (2017) précisent que la VL augmente significativement les taux de succès à la première tentative, tout en réduisant les complications hémodynamiques et les traumatismes des voies aériennes. Cette priorité donnée à la VL, notamment dans les localisations ORL laryngées, buccales et thyroïdiennes, est confirmée par nos résultats où elle surpasse la DL en efficacité et en sécurité[195].

5.4.1.3 Intubation à l'état d'éveil dans les situations à haut risque d'obstruction

Le recours à l'intubation éveillée est explicitement recommandé (ASA 2022, DAS 2015) chez les patients présentant un risque élevé de perte de la perméabilité des voies aériennes après induction. Notre étude a respecté ce principe en réservant cette stratégie aux pathologies obstruantes sévères (tumeurs laryngées, abcès rétropharyngés, carcinomes anaplasiques, cellulites). Cela témoigne d'un alignement rigoureux avec la philosophie des recommandations, qui priorisent la sécurité et l'oxygénation continue.

5.4.1.4 Préparation, aide précoce, et recours à des techniques alternatives

Le modèle PUMA (2020) insiste sur le concept de préparation active, incluant :

- la présence d'un plan de secours validé,
- l'implication d'une équipe formée,
- l'utilisation de l'oxygénation passive (apnée oxygénée, OPI),

- et l'accès immédiat aux dispositifs alternatifs (bougies, masque laryngé, ventilation au masque).

Ces principes sont concrètement traduits dans notre protocole standardisé, où la séquence de décision est claire et reproductible.

5.4.1.5 Formation et facteur humain

L'importance accordée à la formation simulationnelle et à la réduction des erreurs humaines par des algorithmes explicites et reproductibles est soulignée par les recommandations récentes. Le développement de notre étude formative et des outils pédagogiques associés (fiche d'évaluation, organigramme, check-list de préinduction) montre une anticipation structurelle de cette exigence.

Nos résultats montrent une adéquation forte et cohérente avec les standards internationaux. La démarche adoptée « fondée sur la planification, la maîtrise technique et la sécurité » traduit une maturité scientifique et une volonté d'intégration des meilleures pratiques internationales. Cela confère à notre protocole une légitimité académique et un potentiel de transposition interrégionale, notamment dans les contextes à ressources limitées[196].

5.4.2 Comparaison structurée des recommandations internationales

Dans le contexte de la chirurgie ORL et cervico-faciale, la gestion des voies respiratoires difficiles prévues impose une planification rigoureuse fondée sur des standards éprouvés. Depuis les années 2010, plusieurs sociétés savantes internationales ont publié des lignes directrices visant à encadrer cette prise en charge, en tenant compte des avancées techniques, notamment la généralisation de la vidéolaryngoscopie, et de l'importance croissante accordée à la sécurité anticipée.

Ce tableau (**Tableau 4.3**) synthétise les recommandations récentes de grandes instances professionnelles (ASA, DAS, SFAR, ANZCA, ESA, etc.) concernant les stratégies de gestion des VRD en contexte d'électivité. Il met en évidence les éléments convergents entre ces référentiels — notamment l'évaluation préopératoire systématique, l'intégration progressive de la VL comme outil de première intention, et la structuration d'algorithmes explicites pour guider la prise en charge.

L'analyse comparative de ces recommandations permet de situer notre protocole local dans une dynamique de cohérence méthodologique, tout en soulignant les spécificités liées au contexte de ressources, de formation et d'expertise.

Afin d'illustrer la convergence entre notre protocole et les standards internationaux, le tableau ci-dessous récapitule les principales recommandations en matière de gestion des voies respiratoires difficiles prévues:

Tableau 5.3: Comparaison des recommandations internationales récentes pour la gestion des voies respiratoires difficiles prévues (adultes).

Société	Année	Tech. initiale	Éval. préopératoire	VL recommandée	Algorithme	Appel à l'aide	Capnographie
ASA	2022	VL ou DL selon le jugement	Oui, systématique	Oui, si disponible	Oui (algorithme officiel)	Précoce si échec ou anticipation d'échec	Oui
SFAR	2017	DL ou VL selon expérience	Oui (score Arné inclus)	Alternative fiable	Oui (modèle contextuel)	Recommandé selon anticipation	Oui
DAS	2015 (actual. 2020+)	DL (mais VL favorisée en difficulté prévue)	Oui (préparation planifiée)	Oui pour anatomies complexes	Oui (4 plans A–D)	Anticipé si VAD prévue	Oui
CAFG	2021	VL ou fibroscopie	Oui, score El Ganzouri	Oui (en ORL surtout)	Oui	Prévu dans protocole	Oui
AIDAA	2016	DL ou VL	Oui, basé sur scores prédictifs	Oui (fortement)	Oui	Oui, inclus dans protocole	Oui
ANZCA	2022	VL de préférence si risque identifié	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
SIAARTI	2022	VL ou fibroscopie	Oui (Mallampati, distance thyro-menton, etc)	Oui	Oui	Oui (appel senior recommandé)	Oui
ESA	2021	Pas de VL imposée mais favorisée	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
DGAI (Allemagne)	2022	VL préférée en cas de difficulté prévue	Oui	Oui	Oui	Oui (déclenchement anticipé)	Oui

5.5 Limites méthodologiques de l'étude

L'interprétation des résultats de cette recherche doit tenir compte de plusieurs limites méthodologiques, inhérentes au design, à la nature des outils utilisés, et au contexte d'implémentation.

5.5.1 Limites liées au design et à la monocentricité

Les trois études ont été réalisées au sein d'un seul établissement public universitaire (CHU d'Annaba). Ce caractère monocentrique restreint la généralisation des résultats à d'autres contextes, notamment aux structures privées, aux hôpitaux spécialisés ou aux environnements disposant de ressources matérielles et humaines différentes.

Par ailleurs, la stratification des analyses selon les localisations anatomiques, bien que méthodologiquement pertinente, a réduit la taille effective de certains sous-groupes (notamment les pathologies naso-sinusiennes), exposant certaines comparaisons secondaires à un risque de puissance statistique insuffisante.

5.5.2 Biais de sélection

Malgré un recrutement prospectif, l'inclusion exclusive des patients à haut risque prédéfini (score d'Arné > 11) induit un biais de sélection, en écartant les cas intermédiaires fréquents en pratique quotidienne. Cela peut amplifier artificiellement les différences de performance entre les techniques.

L'exclusion justifiée des patients à haut risque d'obstruction des VAS (intubés à l'état d'éveil) du protocole randomisé (VL vs DL) empêche une évaluation comparative complète dans les situations les plus critiques.

5.5.3 Limites liées à la mesure des variables

Plusieurs critères explorés dans l'étude formative, tels que le stress perçu, la fluidité de la procédure ou le sentiment de sécurité, reposent sur des échelles subjectives auto-administrées. Cela expose à des biais d'auto-évaluation, en particulier chez les opérateurs novices.

Par ailleurs, bien que le temps d'intubation ait été mesuré de manière standardisée, l'absence d'enregistrement vidéo systématique empêche toute validation externe de la performance technique.

5.5.4 Limites liées au réalisme de la simulation

L'étude formative a été conduite en simulation in situ, dans des conditions proches du bloc opératoire réel. Toutefois, ce contexte ne reproduit pas pleinement les contraintes émotionnelles, temporelles ou décisionnelles d'une situation d'urgence vitale authentique. L'impact réel du facteur humain en contexte critique pourrait ainsi être sous-estimé.

5.5.5 Limites statistiques

Certaines analyses multivariées ont été menées avec un intervalle de confiance à 90 %, afin de conserver une puissance acceptable dans des sous-groupes de taille modérée. Ce choix augmente la sensibilité mais diminue la spécificité, et les résultats doivent être interprétés comme des signaux exploratoires à confirmer.

Enfin, l'impossibilité de conduire l'étude en aveugle quant à la technique utilisée (en raison de la visibilité inhérente à la vidéolaryngoscopie) constitue une source potentielle de biais de performance, notamment pour l'évaluation des scores IDS.

Malgré ces limites, les résultats obtenus constituent une contribution originale, contextualisée et opérationnelle à la planification des voies respiratoires difficiles en chirurgie ORL et cervico-faciale. Ils appellent à des recherches complémentaires multicentriques et à des validations indépendantes, afin de confirmer la robustesse des recommandations proposées et d'en renforcer la transférabilité

6 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La gestion des voies respiratoires difficiles représente un défi majeur en anesthésie, en particulier dans les chirurgies ORL et cervico-faciales, où les modifications anatomiques exposent à un risque vital en cas d'échec d'oxygénation.

Dans ce contexte, la stratégie de prise en charge ne peut se limiter à une réaction en temps réel, elle doit reposer sur une planification rigoureuse, multidimensionnelle, et individualisée. Cette démarche intègre une évaluation minutieuse et adaptée à chaque situation clinique, la maîtrise des différentes techniques d'intubation, qu'elles soient réalisées à l'état d'éveil ou sous anesthésie générale, une gestion proactive de l'oxygénation durant toute la procédure, ainsi qu'une mobilisation équilibrée des compétences techniques et non techniques pour garantir une sécurité maximale.

6.1 Synthèse des principaux résultats

Notre travail s'inscrit précisément dans cette logique de planification raisonnée. Il s'articule autour de trois études complémentaires, chacune centrée sur une population spécifique et un objectif distinct, permettant d'explorer à la fois les performances techniques, la sécurité en situation critique, et le rôle du facteur humain dans la gestion des voies respiratoires.

Notre étude technique a démontré l'efficacité supérieure de la vidéolaryngoscopie (VL) par rapport au groupe témoin (DL) en termes de succès à la première tentative, de réduction des incidents, et de confort opératoire. Le gain est particulièrement significatif dans les pathologies ORL et cervico-faciales à haut risque anatomique. Ces résultats confirment la place centrale de la vidéo laryngoscopie à la première tentative dans l'algorithme d'intubation difficile prévue. Son intégration systématique en chirurgie ORL et cervico-faciale au CHU d'Annaba doit être considérée comme une norme de qualité de soins.

L'intubation trachéale vigile, dans le contexte des pathologies ORL et cervico-faciales à très haut risque d'obstruction, a constitué l'axe de sécurité de notre projet de thèse au CHU d'Annaba. Cette stratégie a été réservée aux patients présentant des contre-indications à l'induction anesthésique, avec un risque majeur d'intubation et d'oxygénation impossible.

Qu'elle soit réalisée par fibroscopie, vidéolaryngoscopie ou trachéotomie programmée, aucun échec d'oxygénation n'a été rapporté dans notre série. Cette approche ne doit pas être envisagée comme une solution de dernier recours, mais comme une option première, intégrée dès la planification pré anesthésique. Ces résultats illustrent l'importance de protocoles, validés au sein de réunions multidisciplinaires, et de formations spécifiques aux techniques d'intubation vigile.

Dans une optique pédagogique, nous avons mené une étude formative. Elle a permis d'explorer de manière ciblée l'impact des compétences techniques et non techniques dans le succès de la

gestion des voies respiratoires, au cours d'une étude comparant trois niveaux d'expérience d'opérateur dans des technique d'intubation directe et indirecte sur une population de patients en chirurgie ORL et cervico-faciale.

Les résultats ont confirmé que la vidéolaryngoscopie améliore nettement le taux de succès à la première tentative, réduit la charge mentale et le stress perçu, et favorise une exécution plus fluide du geste technique, en particulier chez les opérateurs débutants. L'expérience, mesurée par le niveau professionnel, demeure un facteur indépendant de réussite, mais son effet est optimisé par l'utilisation de la VL.

Au-delà de la performance technique, cette étude a mis en lumière l'influence des compétences non techniques, communication, anticipation et gestion du stress, sur la qualité globale de la procédure. Ces éléments souvent négligés dans les cursus classiques apparaissent comme des déterminants majeurs de la sécurité anesthésique. L'analyse multivariée a confirmé que la compétence technique (VL), l'expérience professionnelle et les paramètres cognitifs influencent indépendamment le taux de succès.

Notre étude renforce l'idée qu'au-delà de la technique, la formation doit intégrer les dimensions psychocognitives et organisationnelles de l'intubation, plaidant ainsi en faveur d'une refonte des programmes de formation des résidents en anesthésie-réanimation, où la vidéolaryngoscopie ne serait plus un outil complémentaire, mais un support de base permettant une meilleure acquisition des compétences et une sécurisation précoce du parcours d'apprentissage.

6.2 Application pratique des résultats: élaboration d'outils cliniques

L'aboutissement des trois axes méthodologiques de notre recherche a permis de transposer les résultats en outils cliniques concrets, directement applicables à la pratique hospitalière, dans une volonté de transfert opérationnel des connaissances. Afin d'améliorer la sécurité anesthésique en contexte ORL et CCF, deux outils standardisés ont été conçus.

- Une fiche d'évaluation pré-anesthésique des voies respiratoires supérieures, destinée à anticiper les situations à haut risque d'intubation difficile dès la consultation.
- Un protocole institutionnel de prise en charge des VAD prévues, élaboré selon une logique décisionnelle structurée et alignée sur les recommandations internationales récentes.

Ces dispositifs sont désormais proposés à l'intégration dans la pratique clinique quotidienne du bloc opératoire d'ORL et CCF du CHU d'Annaba, avec un objectif double : uniformiser les stratégies de planification des voies respiratoires et favoriser une culture de sécurité partagée entre anesthésistes et chirurgiens ORL.

6.2.1 Présentation de la fiche d'évaluation pré-anesthésique des voies respiratoires en chirurgie ORL

Notre fiche d'évaluation (**Figure 6.1**) vise à anticiper les situations à haut risque d'intubation difficile en contextualisant l'évaluation autour des particularités anatomiques et pathologiques des pathologies ORL et CF. Elle a été pensée comme un outil structurant, pédagogique, et reproductible en pratique quotidienne au CHU d'Annaba.

La démarche d'élaboration repose sur une analyse combinée des recommandations internationales (ASA 2022, SFAR 2017, DAS, CAFG, ANZCA), des données issues de notre propre cohorte, et de l'expertise locale de l'équipe d'anesthésie ORL et CCF.

La fiche se décline en plusieurs étapes :

1. Identification et antécédents majeurs : antécédents d'intubation difficile, de radiothérapie, de chirurgie du cou, syndrome d'apnées du sommeil, etc.
2. Description de l'indication chirurgicale : localisation de la pathologie avec intérêt pour les tumeurs de la base de langue, les goitres compressifs, les lésions laryngées obstructives.
3. Évaluation clinique structurée : tests morphométriques (Mallampati, distance inter-incisives, thyromentonnière, mobilité cervicale, test de protrusion mandibulaire).
4. Dépistage des signes de difficulté clinique, endoscopique ou radiologique : inclut l'analyse fibroscopique et scanographique de la filière laryngotrachéale.
5. Conclusion décisionnelle : attribution d'un niveau de risque (faible / modéré / élevé) et définition du plan d'intubation personnalisé (VL optimisée, fibroscopie, trachéotomie programmée).

Ce document constitue une interface de réflexion entre l'anesthésiste, l'équipe ORL et le patient. Il permet une planification raisonnée et partagée, favorise l'anticipation des recours techniques et humains, et renforce la sécurité de la procédure d'intubation.

Nous avons volontairement conçu cette fiche de façon synthétique mais complète, avec un espace de validation finale, afin qu'elle puisse être insérée dans le dossier pré-anesthésique et servir de référence lors du passage au bloc opératoire.

Son usage est en cours d'implémentation dans notre service comme outil de routine dans la consultation des cas à haut risque, et elle s'intègre naturellement dans l'algorithme de prise en charge développé dans notre thèse.

Elle symbolise l'application concrète de notre travail de recherche au bénéfice direct du patient.

Evaluation pré anesthésique des voies respiratoires supérieures en ORL et CCF

Conçu par Dr SOUICI, Université Badji Mokhtar – Faculté de médecine – CHU d'Annaba, 2025.

Date :		IMC ☐ >30%	
Nom : Âge : Sexe : ASA : Opérateur :		Predicteurs Clinique de difficulté ☐ Dysphonie / stridor ☐ Rachis fixé ☐ Trismus ☐ Asymétrie faciale ☐ Autre ☐ Dyspnée inspiratoire ☐ Goitre volumineux ☐ Carcinome anaplasique de la thyroïde ☐ Trachée non palpable	
Antécédents spécifiques ☐ Intubation difficile antérieure ☐ Tabac/ tabac à chiquer ☐ Ronflements/ SAOS ☐ Radiothérapie ☐ Traumatisme/chirurgie du rachis cervical ☐ Spondylarthrite ankylosante ☐ Diabète ☐ Autre		Predicteurs endoscopique de difficulté ☐ Lésion hémorragique ☐ Lésion obstruant la glotte ☐ Impossibilité de passer le fibroscope ☐ Autre	
Indication chirurgicale ☐ Pathologie du cou ☐ Pathologie du larynx ☐ Pathologie du pharynx ☐ Pathologie de la cavité buccale ☐ Pathologie de la face ☐ Pathologie du nez et des sinus ☐ Pathologie de l'oreille		Predicteurs radiologique de difficulté ☐ Compression trachéale > 50 % ☐ Déviation trachéale ☐ Diamètre trachéal < 5 mm ☐ Autre..... ☐ Rachis fixe / calcifié / instable ☐ Non-perméabilité de la filière laryngée ☐ Absence d'axe accessible à la VL	
Conclusion de l'évaluation : Risque global d'intubation difficile ☐ Faible ☐ Modéré ☐ Élevé			
6. Stratégie validée en 1^{ère} intention :			
☐ Intubation trachéale sous anesthésie générale ☐ Laryngoscopie directe ☐ Vidéo-laryngoscopie (C-MAC)		☐ Intubation trachéale éveillée ☐ Fibroscopie ☐ Vidéo-laryngoscopie (C-MAC) ☐ Trachéotomie programmée	

Figure 6.1 : Prototype de fiche évaluation des voies respiratoires en chirurgie ORL et cervico-faciale- CHU Annaba

6.2.2 Présentation du protocole local de gestion des voies respiratoires difficiles prévues

Le protocole local de gestion des voies respiratoires difficiles prévues (VADp) en chirurgie ORL et cervico-faciale programmée au CHU d'Annaba (**Figure 6.2**) constitue une synthèse pratique, pédagogique et décisionnelle fondée sur trois piliers : l'évaluation multidimensionnelle, la standardisation des stratégies d'intubation, et l'anticipation des complications.

Il a été élaboré à partir des résultats de notre étude prospective, croisés avec les recommandations internationales (ASA 2022, DAS, SFAR, CAFG, ANZCA), et adapté aux contraintes logistiques locales.

Ce protocole s'articule autour d'un « organigramme décisionnel progressif », structuré selon la gravité anatomique, les contre-indications techniques et le niveau d'expérience du praticien. Il se décline en 4 grandes séquences :

1. Évaluation préopératoire approfondie :

- L'algorithme repose sur une triple évaluation clinique, endoscopique et radiologique, complétée par l'examen de l'accès antérieur cervical.
- Il différencie les patients présentant une obstruction des voies respiratoires supérieures nécessitant une intubation éveillée, de ceux ayant une difficulté d'intubation sans obstruction.

2. Choix initial de la stratégie d'intubation :

- En cas d'intubation éveillée, la présence ou non de contre-indications à la laryngoscopie ou à la fibroscopie oriente vers une vidéolaryngoscopie, une fibroscopie ou une trachéotomie programmée.
- En cas d'anesthésie générale, l'intubation initiale repose sur la vidéolaryngoscopie optimisée (Plan A), avec techniques de repositionnement, manœuvre laryngée externe, utilisation d'accessoires (stylet préformé, bougie d'intubation, mandrin, pince de Magill...)

3. Escalade progressive en cas d'échec :

- Plan B : recours à une lame hyper-angulée ou à un vidéo-stylé.
- Plan C : recours à un dispositif très spécialisé comme le laryngoscope de la commissure antérieure ou au vidéo-stylé comme dernier recours visuel.
- Plan D : réveil du patient ou accès invasif d'urgence si échec de ventilation (CICO).

4. Sécurité et monitoring systématique :

- L'algorithme intègre une « validation capnographique obligatoire » après chaque tentative.
- L'oxygénation est systématiquement maintenue entre les tentatives (masque facial, masque laryngé...).

L'ensemble de ces étapes est guidé par une logique d'appel à l'aide précoce, de limitation du nombre de tentatives, et de personnalisation des choix techniques selon la disponibilité du matériel et la compétence de l'opérateur.

Ce protocole est un outil dynamique, destiné à être affiché au bloc, inclus dans les formations locales et utilisé comme support de discussion pluridisciplinaire. Il valorise à la fois les recommandations internationales et l'expérience de terrain des équipes du CHU d'Annaba.

6.3 Perspectives

À l'issue de notre travail, plusieurs axes d'amélioration et de développement peuvent être envisagés :

Implémentation d'un protocole spécifique au CHU d'Annaba : formulation et mise en oeuvre d'un protocole décisionnel écrit de prise en charge des voies respiratoires difficiles au CHU d'Annaba, intégré à la pratique clinique quotidienne des différents blocs opératoires, avec formation spécifique du personnel.

Revue et refonte des programmes de formation : inclusion structurée de la vidéolaryngoscopie dès la première année de formation des résidents en anesthésie-réanimation, développement des compétences non techniques (communication, gestion du stress), et recours à la simulation haute fidélité pour l'enseignement des techniques d'intubation éveillée.

Intégration des technologies avancées : recours à l'intelligence artificielle pour l'analyse prédictive des voies aériennes sur données radiologiques et fibroscopiques (évaluation automatisée du diamètre glottique, axe trachéal, score de Mallampati virtuel, etc.). Cette approche assistée par ordinateur pourrait affiner la sélection des techniques d'intubation.

Développement d'outils d'évaluation multi-modaux : combiner l'imagerie 3D, les examens endoscopiques dynamiques et les algorithmes d'aide à la décision pour enrichir l'évaluation préanesthésique des patients à risque.

Perspective multicentrique : répliquer l'étude dans d'autres centres universitaires afin de confirmer la validité externe des résultats et de favoriser l'élaboration de recommandations nationales adaptées à la réalité en pathologie ORL et cervico-faciale.

Ces perspectives, à la croisée de l'innovation technologique, de la pédagogie et de l'organisation des soins, visent à renforcer durablement la sécurité de l'intubation trachéale en contexte ORL et cervico-facial.

7 RÉSUMÉS

7.1 Résumé en français

Introduction et Problématique

La gestion des voies respiratoires difficiles en chirurgie ORL et cervico-faciale constitue un enjeu majeur de sécurité anesthésique. Le contexte anatomique complexe, la variabilité des pathologies et les contraintes organisationnelles exigent une planification rigoureuse. Notre étude visait à objectiver les facteurs de risque, évaluer les techniques d'intubation, et intégrer les dimensions humaines et pédagogiques, afin d'établir un protocole standardisé au CHU d'Annaba, à travers une triple approche méthodologique.

Patients et méthode

Trois études complémentaires ont été menées :

1. Étude technique comparative (n=344) : randomisation en deux groupes (vidéolaryngoscopie [VL] vs laryngoscopie directe [DL]) chez des patients avec score d'Arné > 11, afin de déterminer l'apport de la VL en première intention, dans le succès de l'intubation trachéale à la première tentative, au cours de la gestion de l'intubation difficile prévue en pathologie ORL et CCF au CHU d'Annaba, avec analyse multivariée des prédicteurs d'intubation difficile selon la topographie de la pathologie ORL et CF.
2. Étude de sécurité (n=43) : analyse descriptive et statistique pour situer la place des techniques d'intubation indirecte et de la trachéotomie chirurgicale dans la stratégie de gestion sécuritaire par l'intubation éveillée chez les patients à très haut risque CICO.
3. Étude formative (n=300) : simulation en conditions réelles répartie selon l'expérience des opérateurs pour explorer l'influence du facteur humain (stress, fluidité, adaptabilité) et de la technique (VL vs DL).

Résultats

- La VL s'est révélée significativement supérieure à la DL pour l'intubation difficile prévue (OR ajusté = 2,8 ; $p < 0,001$) en pathologie ORL et CF.
- L'étude de sécurité a confirmé la pertinence des critères cliniques, endoscopiques et radiologiques pour sélectionner les patients à risque d'échec d'oxygénation, le choix de la technique d'intubation éveillée implique une expertise adaptée à la situation.
- L'étude formative a démontré l'impact positif de la VL sur la performance technique et non technique.

Discussion et Application pratique

Les données obtenues ont permis de développer deux outils concrets pour renforcer la sécurité anesthésique au CHU d'Annaba :

- Une fiche d'évaluation préanesthésique structurée des VRD adaptée à la chirurgie ORL et cervico-faciale.
- Un protocole local de gestion des VRD prévues, intégré à l'organisation du bloc opératoire, tenant compte des ressources matérielles et humaines disponibles.

Ces outils permettent une standardisation des pratiques, une meilleure anticipation des risques, et une montée en compétence des équipes.

Mots clés

Évaluation des VRS, planification, gestion des VRD, chirurgie ORL et cervico-faciale, intubation difficile prévue, intubation éveillée, facteur humain, sécurité anesthésique.

7.2 Résumé en arabe

المقدمة والإشكالية

تُعتبر إدارة مجرى التنفس الصعب في جراحة الأنف والأذن والحنجرة والجراحة العنقية تحديًا كبيرًا من حيث سلامة التخدير. يتطلب السياق التشريحي المعقد، وتنوع الأمراض، والقيود التنظيمية تخطيطًا دقيقًا. هدفت دراستنا إلى تحديد عوامل الخطر، تقييم تقنيات التنبيب، ودمج الأبعاد البشرية والتعليمية من أجل وضع بروتوكول موحد بمستشفى عناية الجامعي من خلال مقارنة منهجية ثلاثية

المنهجية

تم إجراء ثلاث دراسات مكملية:

1. دراسة تقنية مقارنة (344 مريضًا): تقسيم عشوائي إلى مجموعتين (تنبيب عبر الفيديو [VL] مقابل التنظير المباشر [DL]) للمرضى الذين لديهم درجة أرني < 11 لتحديد مساهمة التنبيب عبر الفيديو في النجاح من المحاولة الأولى أثناء إدارة التنبيب الصعب المخطط له في أمراض الأنف والأذن والحنجرة والجراحة العنقية بمستشفى عناية، مع تحليل متعدد المتغيرات للعوامل المتنبئة بصعوبة التنبيب حسب موقع الإصابة.
2. دراسة أمان (43 مريضًا): تحليل وصفي وإحصائي لتقييم دور تقنيات التنبيب غير المباشر وفقر الرغامى الجراحي في استراتيجية الإدارة الآمنة عبر التنبيب الواعي لدى المرضى المعرضين لخطر CICO شديد.
3. دراسة تعليمية (300 مريض): محاكاة في ظروف واقعية وفقًا لخبرة المنفذين لاستكشاف تأثير العوامل البشرية (الإجهاد، الانسيابية، القدرة على التكيف) والتقنية (VL مقابل DL).

النتائج

- أظهرت تقنية VL فعالية أعلى من DL في حالات التنبيب الصعب المخطط لها خاصة في أمراض الرقبة، والغدة الدرقية، والحنجرة ($p < 0.001$, $OR = 2.8$).
- أكدت دراسة السلامة أهمية المؤشرات السريرية والتنظيرية في تحديد المرضى المعرضين لفشل التهوية، مما يبرر اللجوء إلى التنبيب الواعي.
- أما الدراسة التكوينية، فقد أظهرت تحسنًا ملحوظًا في الأداء التقني وغير التقني، خصوصًا لدى المتدربين المبتدئين، بفضل استخدام VL.

النقاش والتطبيق العملي

أتاحت هذه النتائج تصميم أداتين عمليتين لتعزيز سلامة التخدير:

- بطاقة تقييم ما قبل التخدير مخصصة لحالات مجرى التنفس الصعب في الجراحات الأنفية والأذنية والعنقية.
 - بروتوكول محلي لإدارة مجرى التنفس الصعب المخطط له، متكامل مع تنظيم العمل في غرفة العمليات ومتكيف مع الموارد البشرية والمادية المتوفرة في المستشفى الجامعي بعناية.
- تساهم هذه الأدوات في توحيد الممارسات، والوقاية من المضاعفات، ورفع كفاءة الفرق الطبية

الكلمات المفتاحية

تقييم مجرى الهواء العلوي، التخطيط، تدبير مجرى الهواء الصعب، جراحة الأنف والأذن والحنجرة والوجه والعنق، التنبيب الصعب المتوقع، التنبيب الواعي، العوامل البشرية، السلامة التخديرية.

7.3 Résumé en anglais

Introduction and Issue

The management of difficult airways in ENT and cervico-facial surgery is a major anesthetic safety issue. The complex anatomical context, variability of pathologies, and organizational constraints require rigorous planning. Our study aimed to identify risk factors, evaluate intubation techniques, and integrate human and educational dimensions to establish a standardized protocol at Annaba University Hospital through a three-pronged methodological approach.

Patients and Methods

Three complementary studies were conducted:

1. Comparative technical study (n=344): randomization into two groups (videolaryngoscopy [VL] vs direct laryngoscopy [DL]) in patients with Arné score > 11; to determine the contribution of first-line VL to first-attempt tracheal intubation success; during planned difficult intubation management in ENT and CF pathology at Annaba University Hospital. With multivariate analysis of difficult intubation predictors according to ENT and CF pathology topography.
2. Safety study (n=43): descriptive and statistical analysis to assess the role of indirect intubation techniques and surgical tracheotomy in the safe management strategy by awake intubation in patients at very high CICO risk.
3. Educational study (n=300): real-condition simulation based on operator experience to explore the influence of human factors and technique.

Results

- VL was significantly superior to DL for planned difficult intubation (adjusted OR = 2.8; $p < 0.001$) in ENT and CF pathology.
- The safety study confirmed the relevance of clinical, endoscopic, and radiological criteria for selecting patients at risk of oxygenation failure ; the choice of awake intubation technique requires expertise adapted to the situation.
- The educational study demonstrated the positive impact of VL on technical and non-technical performance.

Discussion and Practical Application

The data obtained led to the development of two practical tools to enhance anesthetic safety at Annaba University Hospital:

- A structured pre-anesthetic difficult airway assessment form adapted to ENT and cervico-facial surgery.
- A local protocol for managing planned difficult airways, integrated into the operating room organization, taking into account available material and human resources.

These tools allow practice standardization, better risk anticipation, and team skill improvement.

Keywords:

Upper airway assessment, planning, difficult airway management, ENT and cervico-facial surgery, anticipated difficult intubation, awake intubation, human factors, anesthetic safety.

8 BIBLIOGRAPHIE

1. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, Abdelmalak BB, Agarkar M, Dutton RP, Fiadjoe JE, Greif R, Klock PA, Mercier D, Myatra SN, O'Sullivan EP, Rosenblatt WH, Sorbello M, Tung A. 2022 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology*. 1 janv 2022;136(1):31-81.
2. Liu LL, Larson MD. Patient Safety During Anesthesia: 100 Years of Progress Documented in *Anesthesia & Analgesia*. *Anesth Analg*. 1 août 2022;135(2S Suppl 1):S37-47.
3. Sakles JC, Pacheco GS, Kovacs G, Mosier JM. The difficult airway refocused. *Br J Anaesth*. juill 2020;125(1):e18-21.
4. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, O'Sullivan EP, Woodall NM, Ahmad I, Difficult Airway Society intubation guidelines working group. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth*. déc 2015;115(6):827-48.
5. Law JA, Broemling N, Cooper RM, Drolet P, Duggan LV, Griesdale DE, Hung OR, Jones PM, Kovacs G, Massey S, Morris IR, Mullen T, Murphy MF, Preston R, Naik VN, Scott J, Stacey S, Turkstra TP, Wong DT, Canadian Airway Focus Group. The difficult airway with recommendations for management--part 1--difficult tracheal intubation encountered in an unconscious/induced patient. *Can J Anaesth J Can Anesth*. nov 2013;60(11):1089-118.
6. Heidegger T. Management of the Difficult Airway. *N Engl J Med*. 13 mai 2021;384(19):1836-47.
7. Huitink JM, Cook T. The Epidemiology of Airway Management Complications. In: Cook T, Kristensen MS, éditeurs. *Core Topics in Airway Management* [Internet]. 3e éd. Cambridge University Press; 2020 [cité 14 mars 2023]. p. 22-37. Disponible sur: https://www.cambridge.org/core/product/identifieur/9781108303477%23CN-bp-3/type/book_part
8. O'Sullivan E, Laffey J, Pandit JJ. A rude awakening after our fourth « NAP »: lessons for airway management. *Anaesthesia*. mai 2011;66(5):331-4.
9. Bainbridge D, Martin J, Arango M, Cheng D, Evidence-based Peri-operative Clinical Outcomes Research (EPiCOR) Group. Perioperative and anaesthetic-related mortality in developed and developing countries: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Lond Engl*. 22 sept 2012;380(9847):1075-81.
10. Wong P, Parrington S. Difficult intubation in ENT and maxillofacial surgical patients: a prospective survey. *Internet J Anesthesiol* [Internet]. 31 déc 2008 [cité 14 mars 2023];21(1). Disponible sur: <https://ispub.com/IJA/21/1/8823>
11. Arné J, Descoins P, Fusciardi J, Ingrand P, Ferrier B, Boudigues D, Ariès J. Preoperative assessment for difficult intubation in general and ENT surgery: predictive value of a clinical multivariate risk index. *Br J Anaesth*. févr 1998;80(2):140-6.
12. Cook TM. Strategies for the prevention of airway complications - a narrative review. *Anaesthesia*. janv 2018;73(1):93-111.

13. Joffe AM, Aziz MF, Posner KL, Duggan LV, Mincer SL, Domino KB. Management of Difficult Tracheal Intubation: A Closed Claims Analysis. *Anesthesiology*. oct 2019;131(4):818-29.
14. Cooper RM. Preparation for and Management of « Failed » Laryngoscopy and/or Intubation. *Anesthesiology*. mai 2019;130(5):833-49.
15. Baldwa M. Anticipated Difficult Airway in Ear, Nose and Throat Procedures. *Otorhinolaryngol Clin - Int J*. 1 avr 2015;7:10-6.
16. Cook TM, Woodall N, Frerk C. A national survey of the impact of NAP4 on airway management practice in United Kingdom hospitals: closing the safety gap in anaesthesia, intensive care and the emergency department. *Br J Anaesth*. août 2016;117(2):182-90.
17. Cook TM, Woodall N, Harper J, Benger J, Fourth National Audit Project. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 2: intensive care and emergency departments. *Br J Anaesth*. mai 2011;106(5):632-42.
18. Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW. Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology*. juill 2005;103(1):33-9.
19. Jain D, Gupta AK, Bhuyan K. Are Bedside Predictors of Difficult Intubation Really True Indicators in Head and Neck Cancer Patients? *J Evid Based Med Healthc*. 7 mars 2020;7(10):471-4.
20. Artime CA, Roy S, Hagberg CA. The Difficult Airway. *Otolaryngol Clin North Am*. déc 2019;52(6):1115-25.
21. O'Dell K. Predictors of difficult intubation and the otolaryngology perioperative consult. *Anesthesiol Clin*. juin 2015;33(2):279-90.
22. Ahmed-Nusrath A. Anaesthesia for head and neck cancer surgery. *BJA Educ*. 1 déc 2017;17(12):383-9.
23. Fleisher LA. Quality Anesthesia: Medicine Measures, Patients Decide. *Anesthesiology*. 2018 Dec;129(6):1063–9. doi:10.1097/ALN.0000000000002455. PMID: 30273268.
24. Teoh WH, Kristensen MS. Prediction in airway management: what is worthwhile, what is a waste of time and what about the future? *Br J Anaesth*. juill 2016;117(1):1-3.
25. Selvi O, Kahraman ST, Tulgar S, Senturk O, Serifsoy TE, Thomas D, Cinar AS, Ozer Z. [Effectiveness of simplified predictive intubation difficulty score and thyromental height in head and neck surgeries: an observational study]. *Braz J Anesthesiol Elsevier*. 2020;70(6):595-604.
26. Detsky ME, Jivraj N, Adhikari NK, Friedrich JO, Pinto R, Simel DL, Wijeyesundera DN, Scales DC. Will This Patient Be Difficult to Intubate?: The Rational Clinical Examination Systematic Review. *JAMA*. 5 févr 2019;321(5):493-503.
27. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, Blitt CD, Connis RT, Nickinovich DG, Hagberg CA, Caplan RA, Benumof JL, Berry FA, Blitt CD, Bode RH, Cheney FW, Connis RT, Guidry OF, Nickinovich DG, Ovassapian A, American Society of Anesthesiologists Task Force

on Management of the Difficult Airway. 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*. févr 2013;118(2):251-70.

28. Mellin-Olsen J, Staender S, Whitaker DK, Smith AF. The Helsinki declaration on patient safety in anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol*. 2010;27(7):592–7.

29. Arriaga AF, Elbardissi AW, Regenhagen SE, Greenberg CC, Berry WR, Lipsitz S, Moorman D, Kasser J, Warshaw AL, Zinner MJ, Gawande AA. A Policy-based Intervention for the Reduction of Communication Breakdowns in Inpatient Surgical Care: Results From a Harvard Surgical Safety Collaborative. *Ann Surg*. mai 2011;253(5):849.

30. Enterlein G, Byhahn C; American Society of Anesthesiologists Task Force. Practice guidelines for management of the difficult airway: update by the American Society of Anesthesiologists task force. *Anaesthesist*. 2013 Oct;62(10):832–5. doi:10.1007/s00101-013-2222-6. [Article in German]. PMID: 24104949.

31. Liu Y, He Y, Wang X, Li J, Zhang Z, Zhuang X, Liu H, Li R, Liu H, Zhuang Y, Wang Q, Tang Z, Wang Y, Ma W. Advances in airway management in recent 10 years from 2013 to 2023. *Anesthesiol Perioper Sci*. 2023;1:27. Disponible sur: <https://doi.org/10.1007/s44254-023-00029-z>

32. Chrimes N, Higgs A, Law JA, Baker PA, Cooper RM, Greif R, Kovacs G, Myatra SN, O’Sullivan EP, Rosenblatt WH, Ross CH, Sakles JC, Sorbello M, Hagberg CA. Project for Universal Management of Airways – part 1: concept and methods. *Anaesthesia*. 2020;75(12):1671-82.

33. Difficult airway management algorithms: a directed review - Edelman - 2019 - Anaesthesia - Wiley Online Library [Internet]. [cité 9 juin 2025].

34. Rajesh MC, Suvarna K, Indu S, Mohammed T, Krishnadas A, Pavithran P. Current practice of difficult airway management: A survey. *Indian J Anaesth*. déc 2015;59(12):801-6.

35. Chrimes N, Cook TM. Critical airways, critical language. *Br J Anaesth*. mai 2017;118(5):649-54.

36. Borges BCR, Boet S, Siu LW, Bruppacher HR, Naik VN, Riem N, Joo HS. Incomplete adherence to the ASA difficult airway algorithm is unchanged after a high-fidelity simulation session. *Can J Anesth Can Anesth*. 1 juill 2010;57(7):644-9.

37. Sorbello M, Afshari A, De Hert S. Device or target? A paradigm shift in airway management: Implications for guidelines, clinical practice and teaching. *Eur J Anaesthesiol EJA*. nov 2018;35(11):811.

38. Chrimes N, Bradley WPL, Gatward JJ, Weatherall AD. Human factors and the ‘next generation’ airway trolley. *Anaesthesia*. 2019;74(4):427-33.

39. Booth AWG, Vidhani K. Human factors can’t intubate can’t oxygenate (CICO) bundle is more important than needle versus scalpel debate. *Br J Anaesth*. mars 2017;118(3):466-8.

40. Cros AM. [Update on the consensus conference on difficult airway management: what about the future?]. *Ann Fr Anesth Reanim*. janv 2008;27(1):1-2.

41. 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*. mars 2012;116(3):629-36.
42. Hoshijima H, Mihara T, Maruyama K, Denawa Y, Mizuta K, Shiga T, Nagasaka H. C-MAC videolaryngoscope versus Macintosh laryngoscope for tracheal intubation: A systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis. *J Clin Anesth*. sept 2018;49:53-62.
43. Practice Guidelines | EMSSA | Emergency Medicine Society South Africa [Internet]. EMSSA. [cité 9 juin 2025]. Disponible sur: <https://emssa.org.za/practice-guidelines/>
44. Piepho T, Cavus E, Noppens R, Byhahn C, Dörge V, Zwissler B, Timmermann A. S1 guidelines on airway management : Guideline of the German Society of Anesthesiology and Intensive Care Medicine. *Anaesthesist*. déc 2015;64 Suppl 1:27-40.
45. Higgs A, McGrath BA, Goddard C, Rangasami J, Suntharalingam G, Gale R, Cook TM, Difficult Airway Society, Intensive Care Society, Faculty of Intensive Care Medicine, Royal College of Anaesthetists. Guidelines for the management of tracheal intubation in critically ill adults. *Br J Anaesth*. févr 2018;120(2):323-52.
46. Edelman DA, Perkins EJ, Brewster DJ. Difficult airway management algorithms: a directed review. *Anaesthesia*. 2019;74(9):1175-85.
47. Law JA, Duggan LV, Asselin M, Baker P, Crosby E, Downey A, Hung OR, Kovacs G, Lemay F, Noppens R, Parotto M, Preston R, Sowers N, Sparrow K, Turkstra TP, Wong DT, Jones PM, Canadian Airway Focus Group. Canadian Airway Focus Group updated consensus-based recommendations for management of the difficult airway: part 2. Planning and implementing safe management of the patient with an anticipated difficult airway. *Can J Anaesth J Can Anesth*. sept 2021;68(9):1405-36.
48. Ahmad I, El-Boghdadly K. From evidence based on practice to evidence-based practice: time for a difficult airway management research strategy. *Anaesthesia*. févr 2019;74(2):135-9.
49. Yuan J, Ye H, Tan X, Zhang H, Sun J. Determinants of difficult laryngoscopy based on upper airway indicators: a prospective observational study. *BMC Anesthesiol*. 2024;24:157. doi:10.1186/s12871-024-02543-4.
50. Ahmad I, El-Boghdadly K, Bhagrath R, Hodzovic I, McNarry AF, Mir F, O'Sullivan EP, Patel A, Stacey M, Vaughan D. Difficult Airway Society guidelines for awake tracheal intubation (ATI) in adults. *Anaesthesia*. avr 2020;75(4):509-28.
51. Langeron O, Bourgain JL, Francon D, Amour J, Baillard C, Bouroche G, Chollet-Rivier M, Lenfant F, Plaud B, Schoettker P, Fletcher D, Velly L, Nouette-Gaulain K. Intubation difficile et extubation en anesthésie chez l'adulte. *Anesth Réanimation*. nov 2017;3(6):552-71.
52. Miller RA. A NEW LARYNGOSCOPE. *Anesthesiology*. 1 mai 1941;2(3):317-20.
53. Greenland KB, Edwards MJ, Hutton NJ, Challis VJ, Irwin MG, Sleigh JW. Changes in airway configuration with different head and neck positions using magnetic resonance imaging of normal airways: a new concept with possible clinical applications. *Br J Anaesth*. nov 2010;105(5):683-90.

54. Ovassapian A, Yelich SJ, Dykes MHM, Golman ME. LEARNING FIBREOPTIC INTUBATION: USE OF SIMULATORS V . TRADITIONAL TEACHING. *Br J Anaesth.* août 1988;61(2):217-20.
55. Practice guidelines for management of the difficult airway. A report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology.* mars 1993;78(3):597-602.
56. Hofmeyr R, Llewellyn R, Fagan JJ. Multidisciplinary difficult airway challenges: Perioperative management of glottic and supraglottic tumors. *Oper Tech Otolaryngol-Head Neck Surg.* 1 juin 2020;31(2):120-7.
57. Cooper RM. Use of a new videolaryngoscope (GlideScope) in the management of a difficult airway. *Can J Anaesth J Can Anesth.* 2003;50(6):611-3.
58. Bjurström MF, Bodelsson M, Stureson LW. The Difficult Airway Trolley: A Narrative Review and Practical Guide. *Anesthesiol Res Pract.* 2019;2019:6780254.
59. Aziz MF, Brambrink AM, Healy DW, Willett AW, Shanks A, Tremper T, Jameson L, Ragheb J, Biggs DA, Paganelli WC, Rao J, Epps JL, Colquhoun DA, Bakke P, Kheterpal S. Success of Intubation Rescue Techniques after Failed Direct Laryngoscopy in Adults: A Retrospective Comparative Analysis from the Multicenter Perioperative Outcomes Group. *Anesthesiology.* oct 2016;125(4):656-66.
60. Brain AI. The laryngeal mask--a new concept in airway management. *Br J Anaesth.* août 1983;55(8):801-5.
61. Moorthy SS, Gupta S, Laurent B, Weisberger EC. Management of airway in patients with laryngeal tumors. *J Clin Anesth.* déc 2005;17(8):604-9.
62. Admin B. Intubation difficile et extubation en anesthésie chez l'adulte - La SFAR [Internet]. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. 2017 [cité 14 mars 2023]. Disponible sur: <https://sfar.org/actualisation-de-recommandations-intubation-difficile-et-extubation-en-anesthesie-chez-ladulte/>
63. El-Radaideh K, Dheeb E, Shbool H, Garaibeh S, Bataineh A, Khraise W, El-Radaideh B. Evaluation of different airway tests to determine difficult intubation in apparently normal adult patients: undergoing surgical procedures. *Patient Saf Surg.* 22 nov 2020;14(1):43.
64. Greenland KB. Two curves and three columns--A reappraisal of direct laryngoscopy. *Oper Tech Otolaryngol-Head Neck Surg.* 1 juin 2020;31(2):83-8.
65. Nagaro T, Yorozuya T, Sotani M, Adachi N, Tabo E, Arai T, Dote K. Survey of patients whose lungs could not be ventilated and whose trachea could not be intubated in university hospitals in Japan. *J Anesth.* 2003;17(4):232-40.
66. Khan MJ, Tageldin T, Farooqi MW, Khamash OQ, Shahid U, Abdul-Rahman MEF, Elarref M, Hassan J, Sun HH (Brian). Principles of Anesthesia and Airway Management in Head and Neck Surgery [Internet]. *Surgical Management of Head and Neck Pathologies.* IntechOpen; 2020 [cité 24 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.intechopen.com/chapters/74368>

67. Jarir I, Nazari A. Prise en charge anesthésique du syndrome d'apnée obstructive du sommeil chez l'obèse. *Int J Adv Res.* 2025 Jan;13(1):1388–92. doi:10.21474/IJAR01/20330. Licence: CC BY 4.0.
68. Biju ML, Ashabi M, Varma SR. A comparison of ease of intubation with direct laryngoscopy and video laryngoscopy in patients with anticipated difficult airway. *Indian J Anaesth Analg.* 2019 Nov–Dec;6(6 Pt II):2111–9. doi:10.21088/ijaa.2349.8471.6619.37.
69. Gerling MC, Leven D, Passias PG, Lafage V, Bianco K, Lee A, Morgan TS, Lurie JD, Tosteson TD, Zhao W, Spratt KF, Radcliff K, Errico TJ. Risk Factors for Reoperation in Patients Treated Surgically for Degenerative Spondylolisthesis: A Subanalysis of the 8-year Data From the SPORT Trial. *Spine.* 15 oct 2017;42(20):1559-69.
70. Kornas RL, Owyang CG, Sakles JC, Foley LJ, Mosier JM, Society for Airway Management's Special Projects Committee. Evaluation and Management of the Physiologically Difficult Airway: Consensus Recommendations From Society for Airway Management. *Anesth Analg.* 1 févr 2021;132(2):395-405.
71. Carles M, Raucoules-Aimé M. Anesthésie du patient diabétique. *EMC - Anesthésie-Réanimation.* 2010;1:1-12. Pôle d'Anesthésie Réanimations, Hôpital Pasteur, Nice.
72. Admin B. Prise en charge du coronarien opéré en chirurgie non cardiaque - La SFAR [Internet]. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. 2015 [cité 11 juin 2025]. Disponible sur: <https://dev.sfar.org/prise-en-charge-du-coronarien-opere-en-chirurgie-non-cardiaque/>
73. Hagberg CA, Zheng G, Diemunsch P. Pre-anaesthetic Airway Assessment. In: *Core Topics in Airway Management* [Internet]. Cambridge University Press; 2020 [cité 11 juin 2025]. p. 50-7. Disponible sur: <http://www.scopus.com/inward/record.url?scp=85193606498&partnerID=8YFLogxK>
74. Robson A, Sturman J, Williamson P, Conboy P, Penney S, Wood H. Pre-treatment clinical assessment in head and neck cancer: United Kingdom National Multidisciplinary Guidelines. *J Laryngol Otol.* mai 2016;130(S2):S13-22.
75. Kim W-H, Jin H, Kim E, Kil H-K. Prediction of difficult airway management in traumatic cervical spine injury: influence of retropharyngeal space extension. *Ther Clin Risk Manag.* mai 2019;15:669-75. doi:10.2147/TCRM.S195216. Disponible sur: https://www.researchgate.net/publication/333155135_Prediction_of_difficult_airway_management_in_traumatic_cervical_spine_injury_Influence_of_retropharyngeal_space_extension
76. Adnet F. Difficult mask ventilation: an underestimated aspect of the problem of the difficult airway? *Anesthesiology.* mai 2000;92(5):1217-8.
77. Sinha A, Jayaraman L, Punhani D. Predictors of difficult airway in the obese are closely related to safe apnea time! *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* mars 2020;36(1):25.
78. White DP, Lombard RM, Cadieux RJ, Zwillich CW. Pharyngeal resistance in normal humans: influence of gender, age, and obesity. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. févr 1985;58(2):365-71.

79. Roth D, Pace NL, Lee A, Hovhannisyan K, Warenits AM, Arrich J, Herkner H. Airway physical examination tests for detection of difficult airway management in apparently normal adult patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 15 mai 2018;5(5):CD008874.
80. Chaudery H, Hameed H, Sharif Z, Asinger S, McKechnie A. Comparative efficacy of videolaryngoscopy and direct laryngoscopy in patients living with obesity: a meta-analysis. *Cureus*. 2024 Dec 29;16(12):e76558. doi:10.7759/cureus.76558.
81. Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, Desai SP, Waraksa B, Freiburger D, Liu PL. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc J*. juill 1985;32(4):429-34.
82. De Cassai A, Papaccio F, Betteto G, Schiavolin C, Iacobone M, Carron M. Prediction of difficult tracheal intubations in thyroid surgery. Predictive value of neck circumference to thyromental distance ratio. *PloS One*. 2019;14(2):e0212976.
83. Detsky ME, Jivraj N, Adhikari NK, Friedrich JO, Pinto R, Simel DL, Wijeyesundera DN, Scales DC. Will This Patient Be Difficult to Intubate?: The Rational Clinical Examination Systematic Review. *JAMA*. 5 févr 2019;321(5):493.
84. Mendonca C, Ahmad I, Sajayan A, Shanmugam R, Sharma M, Tosh W, Pallister E, Kimani PK. Front of neck access: A survey among anesthetists and surgeons. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2017;33(4):462-6.
85. Ward PA, Irwin MG. Anaesthesia for oral cancer: introduction to special series. *J Oral Maxillofac Anesth* [Internet]. 30 déc 2022 [cité 11 juin 2025];1(0). Disponible sur: <https://joma.amegroups.org/article/view/5905>
86. Descoins P, Arné J, Bresard D, Ariès J, Fusciardi J. [Proposal for a new multifactor screening score of difficult intubation in ORL and stomatognathic surgery: preliminary study]. *Ann Fr Anesth Reanim*. 1994;13(2):195-200.
87. Diemunsch P, Langeron O, Richard M, Lenfant F. Prédiction et définition de la ventilation au masque difficile et de l'intubation difficile. *Ann Fr Anesth Réanimation*. janv 2008;27(1):3-14.
88. Gupta R, Gupta N, Kumar V, Garg R, Bharati SJ, Mishra S, Bhatnagar S. El-Ganzouri multivariate risk index based airway management in head and neck cancer patients: A retrospective analysis of 1000 patients in a tertiary care center. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. mars 2022;38(1):97.
89. Cortellazzi P, Minati L, Falcone C, Lamperti M, Caldiroli D. Predictive value of the El-Ganzouri multivariate risk index for difficult tracheal intubation: a comparison of Glidescope videolaryngoscopy and conventional Macintosh laryngoscopy. *Br J Anaesth*. déc 2007;99(6):906-11. doi:10.1093/bja/aem297.
90. Marchis IF, Negrut MF, Blebea CM, Crihan M, Alexa AL, Breazu CM. Trends in Preoperative Airway Assessment. *Diagn Basel Switz*. 13 mars 2024;14(6):610.
91. Kumar R, Kumar S, Misra A, Kumar NG, Gupta A, Kumar P, Jain D. A new approach to airway assessment-"Line of Sight" and more. Recommendations of the Task Force of Airway Management Foundation (AMF). *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2020;36(3):303-15.

92. Rosenblatt W, Ianus AI, Sukhupragarn W, Fickenscher A, Sasaki C. Preoperative endoscopic airway examination (PEAE) provides superior airway information and may reduce the use of unnecessary awake intubation. *Anesth Analg.* mars 2011;112(3):602–7. doi:10.1213/ANE.0b013e3181fdcf1c
93. El-Boghdadly K, Onwochei DN, Millhoff B, Ahmad I. The effect of virtual endoscopy on diagnostic accuracy and airway management strategies in patients with head and neck pathology: a prospective cohort study. *Can J Anaesth J Can Anesth.* nov 2017;64(11):1101-10.
94. Jain K, Yadav M, Gupta N, Thulkar S, Bhatnagar S. Ultrasonographic assessment of airway. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* mars 2020;36(1):5.
95. Rewers M, Chrimes N. Human Factors in Airway Management. In: Kristensen MS, Cook T, éditeurs. *Core Topics in Airway Management* [Internet]. 3e éd. Cambridge: Cambridge University Press; 2020 [cité 11 juin 2025]. p. 305-15. Disponible sur: <https://www.cambridge.org/core/books/core-topics-in-airway-management/human-factors-in-airway-management/5D6E8319DF23ADB8364C64413CA90389>
96. Parotto M, Cooper R. Recent advances in laryngoscopy in adults. *F1000Res.* 2019 Jun 6;8:F1000 Faculty Rev-797. doi:10.12688/f1000research.18544.1. PMID: 31231508; PMCID: PMC6556983.
97. Charco-Mora P, Urtubia R, Reviriego-Agudo L. The Vortex model: A different approach to the difficult airway. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2018;65(7):385-93.
98. Hagberg C, Benumof JL. Airway management education [Internet]. In: Hagberg and Benumof's *Airway Management*. Clinical Tree; 23 nov 2023 [cité 11 juin 2025]. Disponible sur: <https://clinicalpub.com/airway-management-education/>
99. Van Zundert AA, Endlich Y, Beckmann LA, Bradley WP, Chapman GA, Heard AM, Heffernan D, Jephcott CG, Khong GL, Rehak A, Semenov RA, Stefanutto TB, O'Sullivan E, Australian and New Zealand Airway Management Special Interest Group. 2021 Update on airway management from the Anaesthesia Continuing Education Airway Management Special Interest Group. *Anaesth Intensive Care.* juill 2021;49(4):257-67.
100. Flin R, Fioratou E, Frerk C, Trotter C, Cook TM. Human factors in the development of complications of airway management: preliminary evaluation of an interview tool. *Anaesthesia.* août 2013;68(8):817-25.
101. Yu JH, Chang HJ, Kim SS, Park JE, Chung WY, Lee SK, Kim M, Lee JH, Jung YJ. Effects of high-fidelity simulation education on medical students' anxiety and confidence. *PloS One.* 2021;16(5):e0251078.
102. Lewis SR, Butler AR, Parker J, Cook TM, Schofield-Robinson OJ, Smith AF. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for adult patients requiring tracheal intubation: a Cochrane Systematic Review. *Br J Anaesth.* 1 sept 2017;119(3):369-83.
103. Foley LJ. Novel oxygenation techniques for airway management. *Curr Anesthesiol Rep.* 2020;10(4):340-6. doi:10.1007/s40140-020-00418-1.
104. Rudolph SS, Patel A. Oxygenation: before, during and after Airway Management. In: Kristensen MS, Cook T, éditeurs. *Core Topics in Airway Management* [Internet]. 3e éd.

Cambridge: Cambridge University Press; 2020 [cité 11 juin 2025]. p. 72-9. Disponible sur: <https://www.cambridge.org/core/books/core-topics-in-airway-management/oxygenation-before-during-and-after-airway-management/F8D83077D8310D277049DD968CB581AF>

105. Wilson WC, Benumof JL. Physiology of the Airway. In Elsevier; 2007 [cité 11 juin 2025]. p. 115-63. Disponible sur: http://www.crossref.org/deleted_DOI.html

106. Kavanagh BP. Chapter 19 – Respiratory Physiology and Pathophysiology.

107. Bouroche G, Bourgain JL. Preoxygenation and general anesthesia: a review. *Minerva Anesthesiol.* août 2015;81(8):910-20.

108. Masson E. Préoxygénation : les atouts de la réussite [Internet]. EM-Consulte. [cité 11 juin 2025]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/250758/preoxygenation-les-atouts-de-la-reussite>

109. Azam Danish M. Preoxygenation and Anesthesia: A Detailed Review. *Cureus.* 9 févr 2021;13(2):e13240.

110. Nimmagadda U, Salem MR, Crystal GJ. Preoxygenation: Physiologic Basis, Benefits, and Potential Risks. *Anesth Analg.* févr 2017;124(2):507-17.

111. Baillard C, Boubaya M, Statescu E, Collet M, Solis A, Guezennec J, Levy V, Langeron O. Incidence and risk factors of hypoxaemia after preoxygenation at induction of anaesthesia. *Br J Anaesth.* mars 2019;122(3):388-94.

112. Wong DT, Yee AJ, Leong SM, Chung F. The effectiveness of apneic oxygenation during tracheal intubation in various clinical settings: a narrative review. *Can J Anaesth J Can Anesth.* avr 2017;64(4):416-27.

113. Lyons C, Callaghan M. Uses and mechanisms of apnoeic oxygenation: a narrative review. *Anaesthesia.* avr 2019;74(4):497-507.

114. Fayed M, Maroun W, Patel N, Galusca D. Apneic Oxygenation: A Summarized Review and Stepwise Approach. *Cureus.* déc 2023;15(12):e50916.

115. Ananthapadmanabhan S, Gan YJ, Kudpaje A, Raju D, Smith M, Riffat F, Novakovic D, Stokan M, Palme CE. Use of THRIVE for Apneic Oxygenation in Transoral Laser Microlaryngeal Surgery: A Scoping Review. *The Laryngoscope.* oct 2024;134(10):4203-12.

116. Girault C, Artaud-Macari E, Jolly G, Carpentier D, Cuvelier A, Béduneau G. [High-flow nasal oxygen therapy and hypercapnic acute respiratory failure]. *Rev Mal Respir.* sept 2024;41(7):498-507.

117. Girault C, Boyer D, Jolly G, Carpentier D, Béduneau G, Frat JP. [Operating principles, physiological effects and practical issues of high-flow nasal oxygen therapy]. *Rev Mal Respir.* mai 2022;39(5):455-68.

118. Elmaleh Y, Hafiani EM, Quesnel C. L'oxygénothérapie nasale à haut débit (OptiFlow), un moyen de prévenir l'hypoxémie périopératoire. *Le Prat Anesth Réanim.* févr 2019;23(1):25-32. doi:10.1016/j.pratan.2018.11.004.

119. Frat JP, Goudet V, Girault C. [High flow, humidified-reheated oxygen therapy: a new oxygenation technique for adults]. *Rev Mal Respir.* oct 2013;30(8):627-43.

- 120.** Song JL, Sun Y, Shi YB, Liu XY, Su ZB. Comparison of the effectiveness of high-flow nasal oxygen vs. standard facemask oxygenation for pre- and apneic oxygenation during anesthesia induction: a systematic review and meta-analysis. *BMC Anesthesiol.* 6 avr 2022;22(1):100. doi:10.1186/s12871-022-01615-7.
- 121.** Myatra SN, Shah A, Kundra P, Patwa A, Ramkumar V, Divatia JV, Raveendra US, Shetty SR, Ahmed SM, Doctor JR, Pawar DK, Ramesh S, Das S, Garg R. All India Difficult Airway Association 2016 guidelines for the management of unanticipated difficult tracheal intubation in adults. *Indian J Anaesth.* déc 2016;60(12):885-98.
- 122.** Watanabe H, Nakazawa H, Tokumine J, Yorozu T. Real-time vs. static ultrasound-guided needle cricothyroidotomy: a randomized crossover simulation trial. *Sci Rep.* 8 mars 2025;15(1):8112.
- 123.** Khaja M, Haider A, Alapati A, Qureshi ZA, Yapor L. Percutaneous Tracheostomy: A Bedside Procedure. *Cureus.* avr 2022;14(4):e24083.
- 124.** Batuwitage B, Charters P. Postoperative management of the difficult airway. *BJA Educ.* 1 juill 2017;17(7):235-41.
- 125.** Gleeson S, Groom P, Mercer S. Human factors in complex airway management. *BJA Educ.* 2016 Jun;16(6):203–7. doi:10.1093/bjaed/mkv045. Corpus ID: 74576417.
- 126.** Le Guen M, Martin F. High-fidelity simulation in airway management: Aim or tool towards skills and safety? *Anaesth Crit Care Pain Med.* août 2019;38(4):327-8.
- 127.** Rothkrug A, Mahboobi SK. Simulation Training and Skill Assessment in Anesthesiology. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [cité 11 juin 2025]. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557711/>
- 128.** Zamani M, Nasr-Esfahani M, Forghani M, Sichani MA, Omid A. Endotracheal intubation training to medical practitioners: Comparison of the modified 4-step Payton's training method and Halsted's training method in a simulated environment. *J Educ Health Promot.* 28 mai 2020;9:126.
- 129.** Edelman DA, Duggan LV, Lockhart SL, Marshall SD, Turner MC, Brewster DJ. Prevalence and commonality of non-technical skills and human factors in airway management guidelines: a narrative review of the last 5 years. *Anaesthesia.* 2022;77(10):1129-36.
- 130.** Urbina J, Monks SM. Validating Assessment Tools in Simulation. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [cité 11 juin 2025]. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560531/>
- 131.** Henrico K, Makkink AW. Use of global rating scales and checklists in clinical simulation-based assessments: a protocol for a scoping review. *BMJ Open.* 12 mai 2023;13(5):e065981.
- 132.** Lai A, Haligua A, Bould MD, Everett T, Gale M, Pigford AA, Boet S. Learning crisis resource management: practicing versus an observational role in simulation training – a randomized controlled trial. *Anaesth Crit Care Pain Med.* août 2016;35(4):275-81. doi:10.1016/j.accpm.2015.10.010.

133. Maignan M, Koch FX, Chaix J, Phellouzat P, Binauld G, Collomb Muret R, Cooper SJ, Labarère J, Danel V, Viglino D, Debaty G. Team Emergency Assessment Measure (TEAM) for the assessment of non-technical skills during resuscitation: validation of the French version. *Resuscitation*. avr 2016;101:115-20. doi:10.1016/j.resuscitation.2015.11.024.
134. Cegarra J, Morgado N. Étude des propriétés de la version francophone du NASA-TLX [communication]. In : 5e colloque de psychologie ergonomique (EPIQUE) ; 2009 sept ; Lyon, France. p. 28-30. Disponible sur: https://www.researchgate.net/publication/281036900_Etude_des_proprietes_de_la_version_francophone_du_NASA-TLX
135. Mahmoodpoor A, Soleimanpour H, Golzari SE, Nejabatian A, Pournak T, Amani M, et al. Determination of the diagnostic value of the Modified Mallampati Score, Upper Lip Bite Test and Facial Angle in predicting difficult intubation: A prospective descriptive study. *J Clin Anesth*. 2017 Feb;37:99–102. doi:10.1016/j.jclinane.2016.12.010. PMID: 28235540.
136. Adnet F, Borron SW, Racine SX, Clemessy JL, Fournier JL, Plaisance P, Lapandry C. The intubation difficulty scale (IDS): proposal and evaluation of a new score characterizing the complexity of endotracheal intubation. *Anesthesiology*. déc 1997;87(6):1290-7.
137. Peterson K, Ginglen JG, Desai NM, Guzman N. Direct Laryngoscopy. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [cité 11 juin 2025]. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513224/>
138. Wong J, Lee JSE, Wong TGL, Iqbal R, Wong P. Fiberoptic intubation in airway management: a review article. *Singapore Med J*. mars 2019;60(3):110-8.
139. Galway U, Wang M, Deeby M, Zura A, Riter Q, Abdelmalak B. Recognition and management of the difficult airway—a narrative review and update on the latest guidelines. *J Oral Maxillofac Anesth* [Internet]. 30 déc 2023 [cité 12 juin 2025];2(0). Disponible sur: <https://joma.amegroups.org/article/view/6339>
140. Bradley JA, Urman RD, Yao D. Challenging the Traditional Definition of a Difficult Intubation: What Is Difficult? *Anesth Analg*. mars 2019;128(3):584-6.
141. Nørskov AK, Rosenstock CV, Wetterslev J, Astrup G, Afshari A, Lundstrøm LH. Diagnostic accuracy of anaesthesiologists' prediction of difficult airway management in daily clinical practice: a cohort study of 188 064 patients registered in the Danish Anaesthesia Database. *Anaesthesia*. mars 2015;70(3):272-81.
142. Shamim F, Khan AA, Khan FA. First-Pass Success of Tracheal Intubation With Videolaryngoscopy in Head and Neck Cancer Patients: A Registry-Based Retrospective Cohort Study. *Cureus*. déc 2021;13(12):e20857.
143. Cook TM, Woodall N, Frerk C, Fourth National Audit Project. 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 1: anaesthesia. *Br J Anaesth*. mai 2011;106(5):617-31.
144. Shah JP, Gil Z. Current concepts in management of oral cancer--surgery. *Oral Oncol*. 2009;45(4-5):394-401.

145. Zhu C, Zhou M, Hu Y, Xu W, Zou Z. Difficult airway management in patients with laryngeal tumor: case series and systematic review. *Mil Med Res.* 30 juin 2024;11:xx. doi:10.61189/109678mkmeds.
146. Pearson K, McGuire B. Anaesthesia for laryngo-tracheal surgery, including tubeless field techniques. *BJA Educ.* juill 2017;17(7):242-8.
147. Chu EA, Kim YJ. Laryngeal cancer: diagnosis and preoperative work-up. *Otolaryngol Clin North Am.* août 2008;41(4):673-95, v.
148. De Cassai A, Boscolo A, Rose K, Carron M, Navalesi P. Predictive parameters of difficult intubation in thyroid surgery: a meta-analysis. *Minerva Anesthesiol.* mars 2020;86(3):317-26.
149. Kalezić N, Sabljak V, Stevanović K, Milčić B, Marković D, Tošković A, Stojanović M, Živaljević V. Predictors of difficult airway management in thyroid surgery: a five-year observational single-center prospective study. *Acta Clin Croat.* mars 2016;55 Suppl 1:9-18.
150. Amathieu R, Smail N, Catineau J, Poloujadoff MP, Samii K, Adnet F. Difficult intubation in thyroid surgery: myth or reality? *Anesth Analg.* oct 2006;103(4):965-8.
151. Tutuncu AC, Erbabacan E, Teksoz S, Ekici B, Koksall G, Altintas F, Kaya G, Ozcan M. The Assessment of Risk Factors for Difficult Intubation in Thyroid Patients. *World J Surg.* juin 2018;42(6):1748-53.
152. Zhou C-M, Wang Y, Xue Q, Yang J-J, Zhu Y. Predicting difficult airway intubation in thyroid surgery using multiple machine learning and deep learning algorithms. *Front Public Health.* 2022 Aug 10;10:937471. doi:10.3389/fpubh.2022.937471.
153. Masson E. Tumeurs bénignes du larynx [Internet]. EM-Consulte. [cité 12 juin 2025]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/51660/tumeurs-benignes-du-larynx>
154. Masson E. Cancers du larynx [Internet]. EM-Consulte. [cité 12 juin 2025]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/790620/cancers-du-larynx>
155. Belda I, Ayuso MA, Sala-Blanch X, Luis M, Bergé R. A predictive test for difficult intubation in laryngeal microsurgery. Validation study. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* févr 2017;64(2):71-8.
156. Bradley PJ. Treatment of the patient with upper airway obstruction caused by cancer of the larynx. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg.* mai 1999;120(5):737-41.
157. Moorthy SS, Gupta S, Laurent B, Weisberger EC. Management of airway in patients with laryngeal tumors. *J Clin Anesth.* déc 2005;17(8):604-9.
158. Healy DW, Maties O, Hovord D, Kheterpal S. A systematic review of the role of videolaryngoscopy in successful orotracheal intubation. *BMC Anesthesiol.* 14 déc 2012;12:32.
159. Downey AW, Duggan LV, Law JA. A systematic review of meta-analyses comparing direct laryngoscopy with videolaryngoscopy. *Can J Anaesth.* 2021 May;68(5):706–14. doi:10.1007/s12630-021-01921-7. PMID: 33512660.

160. De Jong A, Pouzeratte Y, Sfara T, Jaber S. Difficult airway management: is prevent by using routine videolaryngoscopy better than cure? *Ann Transl Med.* nov 2022;10(21):1183.
161. Hansel J, Rogers AM, Lewis SR, Cook TM, Smith AF. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for adults undergoing tracheal intubation: a Cochrane systematic review and meta-analysis update. *Br J Anaesth.* oct 2022;129(4):612-23.
162. Mathew A, Chandy J, Punnoose J, Gnanamuthu BR, Jeyseelan L, Sahajanandan R. A randomized control led study comparing CMAC video laryngoscope and Macintosh laryngoscope for insertion of double lumen tube in patients undergoing elective thoracotomy. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* juin 2021;37(2):266.
163. Vasconcelos Pereira A, Simões AV, Rego L, Pereira JG. New technologies in airway management: A review. *Medicine (Baltimore).* 2 déc 2022;101(48):e32084.
164. Diemunsch P, Ludes PO, Hagberg CA. Chapter 19: Multimodal techniques for airway management. In: Cook T, Kristensen MS, editors. *Core Topics in Airway Management*. 3^e éd. Cambridge: Cambridge University Press; publié en ligne le 3 oct 2020. p.166–70. doi:10.1017/9781108303477.021.
165. Kaushik MR, Kole AS, Gupta N, Dhoot S, Dehadaray A. Evaluation of various laryngeal pathologies: videolaryngoscopy versus videolaryngostroboscopy. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.* juin 2018;70(2):244-8. doi:10.1007/s12070-017-1115-4. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29455612>.
166. Tsay PJ, Yang CP, Luk HN, Qu JZ, Shikani A. Video-Assisted Intubating Stylet Technique for Difficult Intubation: A Case Series Report. *Healthc Basel Switz.* 15 avr 2022;10(4):741.
167. Li LT, Gjuzi K, He P, Daly Guris RJ. Airway extubation: a narrative review. *J Oral Maxillofac Anesth.* juin 2024;3:10-10.
168. Rajan S, Chandramohan R, Paul J, Kumar L. Hemodynamic response to tracheal intubation in postlaryngectomy patients. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2019;35(4):504-8.
169. Takahashi S, Mizutani T, Miyabe M, Toyooka H. Hemodynamic responses to tracheal intubation with laryngoscope versus lightwand intubating device (Trachlight) in adults with normal airway. *Anesth Analg.* août 2002;95(2):480-4, table of contents.
170. Li LT, Chitilian HV, Alfille PH, Bao X. Airway management and anesthesia for airway surgery: a narrative review. *Transl Lung Cancer Res.* déc 2021;10(12):4631-42.
171. Pei B, Xia M, Jiang H. Advances in airway management during the induction of anesthesia: a narrative review. *J Oral Maxillofac Anesth [Internet].* 31 mars 2022 [cité 12 juin 2025];1(0). Disponible sur: <https://joma.amegroups.org/article/view/5544>
172. Stretton C, Service J. Postoperative considerations in patients following oral cancer resection and surgical reconstruction: a review. *J Oral Maxillofac Anesth [Internet].* 30 juin 2023 [cité 12 juin 2025];2(0).
173. Shah SV, Chaggar RS. Advanced airway management techniques in anaesthesia for oral cancer surgery: a review. *J Oral Maxillofac Anesth.* mars 2023;2:8-8.

- 174.** Teixeira M, Castro E, Medeiros N, Pina P, Alves S, Oliveira P. Bedside preoperative predictors of difficult laryngeal exposure in microlaryngeal surgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* mars 2024;281(5):2539-46. doi:10.1007/s00405-024-08542-y.
- 175.** Cherian VT, Vaida SJ. Airway management in laryngeal surgery. *Oper Tech Otolaryngol Head Neck Surg.* 2019;30(4):249-54. doi:10.1016/j.otot.2019.08.004.
- 176.** Lynch J, Crawley SM. Management of airway obstruction. *BJA Educ.* févr 2018;18(2):46-51.
- 177.** Gostelow N, Yeow D. Awake tracheal intubation: a narrative review. *J Oral Maxillofac Anesth* [Internet]. 30 sept 2023 [cité 12 juin 2025];2(0).
- 178.** Selvi O, Kahraman ST, Tulgar S, Senturk O, Serifsoy TE, Thomas D, Cinar AS, Ozer Z. [Effectiveness of simplified predictive intubation difficulty score and thyromental height in head and neck surgeries: an observational study]. *Braz J Anesthesiol Elsevier.* 2020;70(6):595-604.
- 179.** Bourgain JL. L'intubation vigile sous fibroscope est-elle devenue inutile ? *Le Prat Anesth Réanim.* nov 2016;20(5):229-33. doi:10.1016/j.pratan.2016.08.003.
- 180.** González-Giraldo D, Largo-Pineda CE, Zamudio-Burbano MA, González-Giraldo D, Largo-Pineda CE, Zamudio-Burbano MA. Successful rescue with videolaryngoscopy after failed fibroscopy in anticipated difficult airway: case series. *Colomb J Anesthesiol.* juin 2020;48(2):96-9.
- 181.** Jiang J, Ma DX, Li B, Wu AS, Xue FS. Videolaryngoscopy versus fiberoptic bronchoscope for awake intubation - a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ther Clin Risk Manag.* 2018;14:1955-63.
- 182.** Cabrini L, Baiardo Redaelli M, Ball L, Filippini M, Fominskiy E, Pintaudi M, Putzu A, Votta CD, Sorbello M, Antonelli M, Landoni G, Pelosi P, Zangrillo A. Awake Fiberoptic Intubation Protocols in the Operating Room for Anticipated Difficult Airway: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Anesth Analg.* mai 2019;128(5):971-80.
- 183.** Rosenstock CV, Thøgersen B, Afshari A, Christensen AL, Eriksen C, Gätke MR. Awake fiberoptic or awake video laryngoscopic tracheal intubation in patients with anticipated difficult airway management: a randomized clinical trial. *Anesthesiology.* juin 2012;116(6):1210-6.
- 184.** Wilson WM, Smith AF. The emerging role of awake videolaryngoscopy in airway management. *Anaesthesia.* sept 2018;73(9):1058-61.
- 185.** Selvam SR, Jindal S, Anand LK, Dawar MS, Dass A. Awake videolaryngoscopic orotracheal intubation in patients with laryngeal tumour using the C-MAC D-Blade. *Indian J Anaesth.* août 2022;66(8):579-84.
- 186.** Alhomary M, Ramadan E, Curran E, Walsh SR. Videolaryngoscopy vs. fiberoptic bronchoscopy for awake tracheal intubation: a systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia.* sept 2018;73(9):1151-61.

- 187.** Wong P, Lim WY. Difficult Airway Society awake intubation guidelines: supraglottic airway-guided flexible bronchoscopic intubation as an alternative. *Korean J Anesthesiol.* août 2020;73(4):352-3.
- 188.** Terlinden N, Van Boven M, Hamoir M, Schmitz S. An innovative approach to tracheotomy in patients with major obstruction of the upper airway. *Am J Otolaryngol.* 2014;35(3):445-8.
- 189.** Nagarkar R, Kokane G, Wagh A, Kulkarni N, Roy S, Tandale R, Pawar S. Airway management techniques in head and neck cancer surgeries: a retrospective analysis. *Oral Maxillofac Surg.* sept 2019;23(3):311-5.
- 190.** Whatling E, Jones C, Chrisman L. Adult front of neck airway: a narrative review. *J Oral Maxillofac Anesth [Internet].* 30 sept 2024 [cité 12 juin 2025];3(0).
- 191.** Wong P, Iqbal R, Light KP, Williams E, Hayward J. Head and neck surgery in a tertiary centre: Predictors of difficult airway and anaesthetic management. *Proc Singap Healthc.* 1 mars 2016;25(1):19-26.
- 192.** Bielka K, Kuchyn I, Fomina H, Khomenko O, Kyselova I, Frank M. Difficult airway simulation-based training for anaesthesiologists: efficacy and skills retention within six months. *BMC Anesthesiol.* 31 janv 2024;24(1):44.
- 193.** Pirlich N, Dutz M, Wittenmeier E, Kriege M, Didion N, Ott T, Piepho T. Current practice of German anesthesiologists in airway management. *Anaesthesiol.* 1 déc 2022;71(2):190-7.
- 194.** Kelly FE, Frerk C, Bailey CR, Cook TM, Ferguson K, Flin R, Fong K, Groom P, John C, Lang AR, Meek T, Miller KL, Richmond L, Sevdalis N, Stacey MR. Human factors in anaesthesia: a narrative review. *Anaesthesia.* avr 2023;78(4):479-90.
- 195.** Cook TM, Aziz MF. Has the time really come for universal videolaryngoscopy? *Br J Anaesth.* 2022;129(4):474–7.
- 196.** McNarry AF, Patel A. The evolution of airway management - new concepts and conflicts with traditional practice. *Br J Anaesth.* 1 déc 2017;119(suppl_1):i154-66.
- 197.** Gropper MA, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, Cohen NH, Leslie K, editors. *Miller's Anesthesia.* 9th ed. Philadelphia: Elsevier; 2019. 2 vol. ISBN: 9780323612630.

9 ANNEXES

Annexe 1 : Les composantes de l'évaluation conventionnelle des voies respiratoires

Composant de l'évaluation	Résultats de l'évaluation	Importance de la valeur
Ouverture de la bouche	≥ 4 cm ou 3 travers de doigt	Une petite ouverture buccale peut indiquer laryngoscopie difficile
Score de Mallampati modifié	Classe I : visualisation des piliers fauciaux, la luette et le palais mou Classe II : visualisation de la luette et du palais mou Classe III : visualisation du palais mou et du racine de luette Visualisation de classe IV du palais dur uniquement	La classe III ou IV suggère une augmentation de la difficulté d'exposition de l'ouverture glottique par laryngoscopie directe
Distance thyromentale	≥ 6 cm ou 3 travers de doigts	< 6 cm est considéré comme un court thyromental distance et indique une augmentation de la laryngoscopie directe difficile
Distance sternomentale	$\geq 12,5$ cm	< 12 cm est considéré comme un sternomental court distance et peut suggérer une diminuer le degré d'extension du cou
Protrusion mandibulaire	Facilité à réaliser une protrusion mandibulaire ou mordre la lèvre supérieure	L'incapacité à prognathiser augmente le risque de difficulté à soulever antérieurement la mandibule pendant la laryngoscopie directe
Amplitude de mouvement du cou	L'extension atlanto-occipitale normale est de 35°	La restriction de l'extension du cou est en corrélation avec difficulté à visualiser l'ouverture glottique

Annexe2 : Score d'intubation difficile (IDS)

Parameter	Score
Number of attempts >1 Every additional attempt adds one point.	N1
Number of operators >1 Each additional operator adds one point.	N2
Number of alternative techniques. Each alternative technique adds one point. Repositioning the patient, change of materials (blade, ET tube, addition of a stylette), change in approach (nasotracheal/orotracheal), or use of another technique (fiberoptic or intubation through LMA).	N3
Cormack and Lehane grade – 1 Apply Cormack and Lehane grade for first oral attempt. For successful blind intubation N4 = 0.	N4
Lifting force required Normal Increased	N5 = 0 N5 = 1
Laryngeal pressure None Applied	N6 = 0 N6 = 1
Position of vocal cords during laryngoscopy Abduction Adduction	N7 = 0 N7 = 1
Total intubation difficulty score (IDS) = sum of all the scores.	N1-N7

IDS score	Degree of difficulty
0	Easy
IDS ≤ 5	Slight difficulty
IDS > 5	Moderate to major difficulty
IDS = ∞	Impossible

Annexe 3 : Score EL-Ganzouri

El-Ganzouri risk index		Score
Mouth opening	>4cm	0
	4cm	1
	<4cm	2
TMD	>6cm	0
	6-6.5cm	1
	<6cm	2
Mallampati	1	0
	2	1
	3	2
Neck movement	>90 degrees	0
	80-90 degrees	1
	<80 degrees	2
Jaw protrusion	Yes	0
	No	1
Weight	<90kg	0
	90-110kg	1
	>110kg	2
History of difficult intubation	None	0
	Questionable	1
	Definite	2

Interprétation du Score Total

Score	Risque d'intubation difficile	Signification clinique
0 – 4	Faible	Intubation aisée probable
5 – 7	Modéré	Risque intermédiaire, prévoir un plan de secours
≥ 8	Élevé	Intubation difficile très probable, préparer un algorithme spécifique (VL, fibroscopie, etc.)

Annexe 4 : Score d'Arné

Risk factors	Points of the exact score	Points of the simplified score
Previous knowledge of difficult intubation		
No	0	0
Yes	3.28	10
Pathologies associated with difficult intubation		
No	0	0
Yes	1.63	5
Clinical symptoms of airway pathology		
No	0	0
Yes	0.98	3
Inter-incisor gap (IIG) and mandible luxation		
IIG $\geq$ 5cm or ML $>$ 0	0	0
3.5 $<$ IG $<$ 5 and ML = 0	1.09	3
IG $<$ 3.5cm and ML $<$ 0	4.12	13
Thyromental distance		
$\geq$ 6.5 cm	0	0
$<$ 6.5cm	1.36	4
Maximum range of head and neck movement		
Above 100°	0	0
90° $\pm$ 10°	0.65	2
Below 80°	1.46	5
Modified Mallampati Test		
Class 1	0	0
Class 2	0.66	2
Class 3	1.93	6
Class 4	2.52	8
Total possible	15.35	48

Interprétation du Score Total

Score total	Risque	Interprétation clinique
0 – 7	Faible	Intubation en routine avec DL possible
8 – 10	Modéré	Anticiper des alternatives : VL, aide externe, matériel de secours
$\geq$ 11	Élevé	Intubation difficile prévue : stratégie spécifique (ex. VL, fibroscopie, intubation éveillée)

Annexe 5 : Fiche technique pour l'évaluation préopératoire

Critères généraux :

Date de consultation: / /	
Numéro de dossier :	
Nom :	Prénom :
Date de naissance : / /	Age : ans
Genre :	Féminin Masculin
Poids :	Taille :
Indice de masse corporelle (IMC) :	
Pathologie ORL ou cervicale :	

Antécédents :

Médicaux :	
Chirurgicaux :	
Thérapeutiques	
Intubation difficile :	
Traumatiques :	
Allergiques :	
Score ASA :	

Evaluation préopératoire :

Critères prédictifs de ventilation au masque difficile :

L'âge supérieur à 55 ans	Oui	Non
Indice de Masse Corporelle (IMC) supérieur à 26 kg/m ²	Oui	Non
Un sujet édenté	Oui	Non
Un sujet ronfleur	Oui	Non
La présence d'une barbe	Oui	Non
Protrusion mandibulaire limitée	Oui	Non
La présence d'anomalies anatomiques cervicales	Oui	Non
La présence d'un SAOS	Oui	Non
Conclusion :		

Critères prédictifs d'intubation difficile :

			Score d'Arné
Antécédents d'ID	Oui	Non	10
Pathologie favorisante	Oui	Non	5
Symptômes respiratoires	Oui	Non	3
OB > 5 cm ou subluxation > 0	Oui	Non	0
3,5 cm < OB < 5 cm et subluxation = 0	Oui	Non	3
OB < 3,5 cm et subluxation < 0	Oui	Non	13
Distance thyromentale < à 6,5 cm	Oui	Non	4
Mobilité de la tête et du cou >100°	Oui	Non	0
Mobilité de la tête et du cou 80–100°	Oui	Non	2
Mobilité de la tête et du cou <80°	Oui	Non	5
Classe de Mallampati 1	Oui	Non	0
Classe de Mallampati 2	Oui	Non	2
Classe de Mallampati 3	Oui	Non	6
Classe de Mallampati 4	Oui	Non	8
Conclusion :			

Annexe 6 : Fiche technique pour l'évaluation per opératoire

Date d'intervention: / /	
Nom :	Prénom :
Indication opératoire	

Le monitoring :

Le monitoring hémodynamique :

Temps	Pression artérielle systolique	Fréquence cardiaque
T0 : pré-induction anesthésique		
T1 : post induction et pré laryngoscopie		
T2 : à 1 minute après le début de la laryngoscopie		
T3 : à 2 minute après le début de la laryngoscopie		
T4 : à 3 minute après le début de la laryngoscopie		
T5 : à 4 minute après le début de la laryngoscopie		
T6 : à 5 minute après le début de la laryngoscopie		
T7 : à 6 minute après le début de la laryngoscopie		
T8 : à 7 minute après le début de la laryngoscopie		
T9 : à 8 minute après le début de la laryngoscopie		
T10 : à 9 minute après le début de la laryngoscopie		
T11 : à 10 minute après le début de la laryngoscopie		
Résultats	$\Delta \text{PAS} = \text{PAS}_{\text{max}} - \text{PAS} \text{ (T1)}$	$\Delta \text{FC} = \text{FC}_{\text{max}} - \text{FC} \text{ (T1)}$

Le monitoring respiratoire :

Temps	SpO ₂	EtCO ₂
T0 : pré-induction anesthésique		
T1 : post induction et pré laryngoscopie		
T2 : à 1 minute après le début de la laryngoscopie		
T3 : à 2 minute après le début de la laryngoscopie		
T4 : à 3 minute après le début de la laryngoscopie		
T5 : à 4 minute après le début de la laryngoscopie		
T6 : à 5 minute après le début de la laryngoscopie		
T7 : à 6 minute après le début de la laryngoscopie		
T8 : à 7 minute après le début de la laryngoscopie		
T9 : à 8 minute après le début de la laryngoscopie		
T10 : à 9 minute après le début de la laryngoscopie		
T11 : à 10 minute après le début de la laryngoscopie		
Conclusion :		

La laryngoscopie :

Force de traction ou d'élévation du massif facial	Normale	Augmentée
Pourcentage d'ouverture de la glotte (POGO) au premier essai		
Aspect des cordes vocales	En abduction	En adduction
La vue glottique au premier essai Grade de Cormack et Lehane	Grade 1 Grade 2 Grade 3 Grade 4	
Nombre de laryngoscopies		
Le temps de laryngoscopie : du 1er contact laryngoscope-patient à l'obtention d'une vue laryngée		

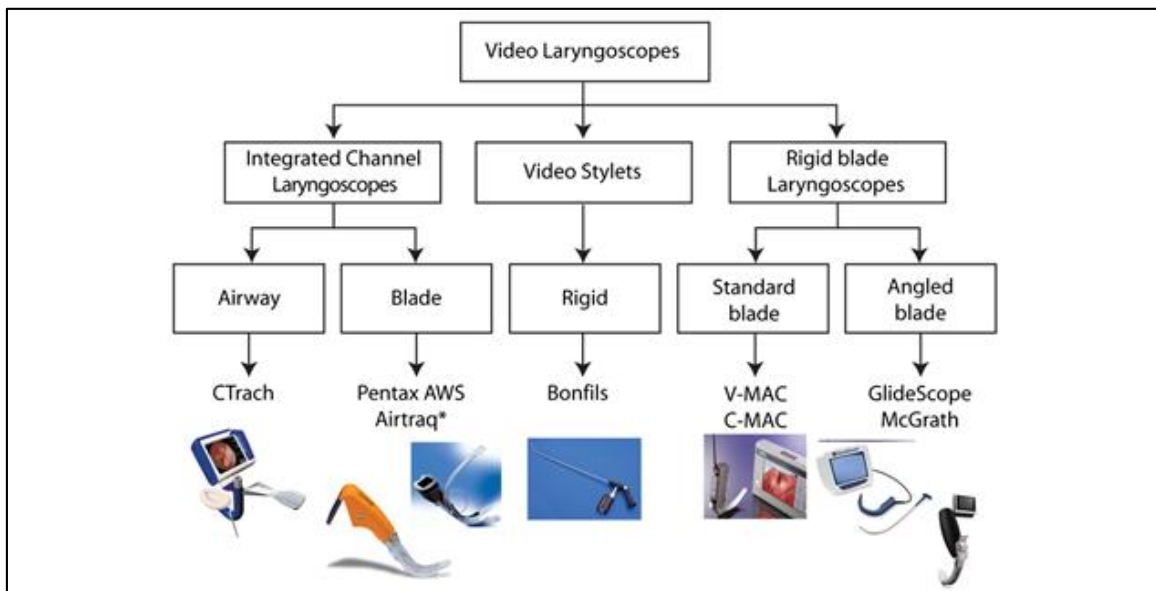
L'intubation trachéale :

Succès à la première tentative	Oui	Non
Le recours à une manœuvre pour faciliter l'intubation	Oui	Non
- Position modifiée - Pression externe laryngée - Augmenter la force de traction - Utilisation de guide sonde	Oui	Non
Le recours à une technique alternative	Oui	Non
Le temps d'intubation : du 1er contact laryngoscope/patient à l'obtention de la courbe de capnographie		

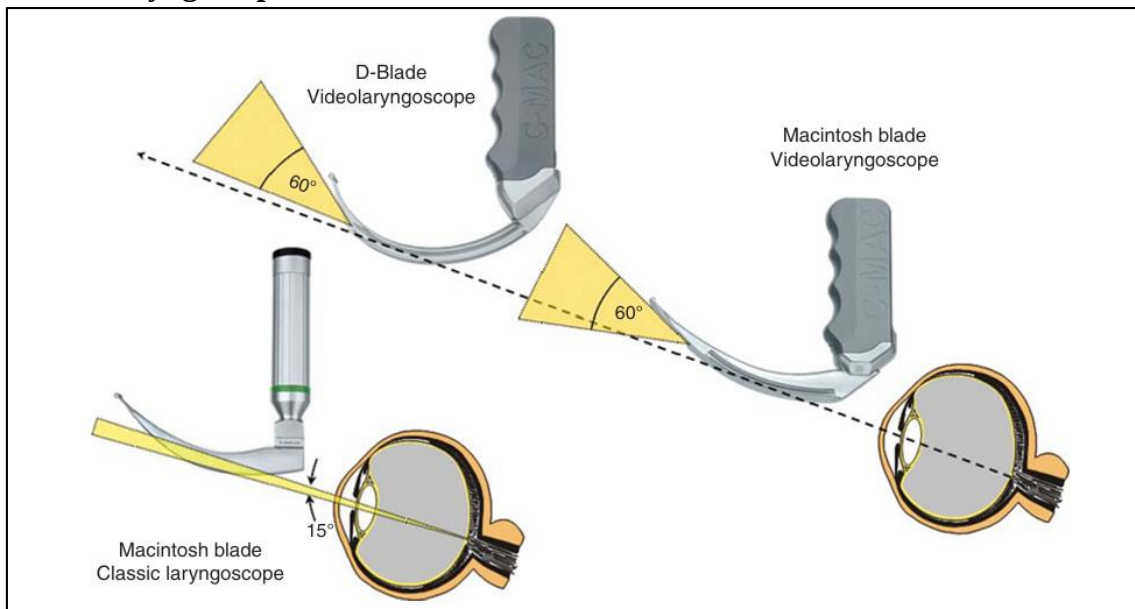
La survenue de complication :

Variation PAS > 20%	Oui	Non
Variation de la fréquence cardiaque > 20 bpm	Oui	Non
Episode de désaturation artérielle en oxygène ($SpO_2 < 94\%$)	Oui	Non
Intubation œsophagienne	Oui	Non
Traumatisme laryngé	Oui	Non
Saignement oro-pharyngé	Oui	Non
Douleur post-opératoire	Oui	Non
Toux	Oui	Non

Annexe 7 : Classification des Dispositifs d'intubation par vidéolaryngoscopie



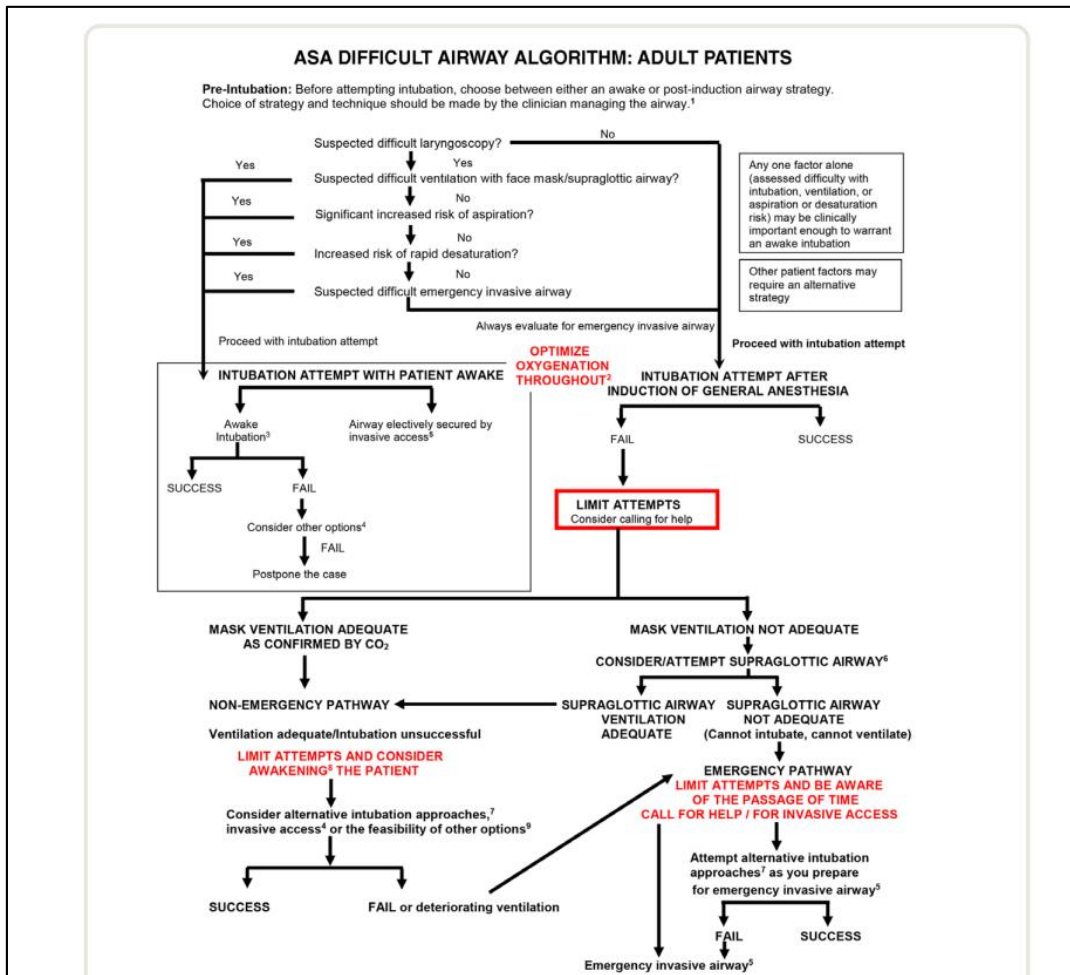
Annexe 8 : Comparaison des angles de vision verticaux entre la laryngoscopie directe et la vidéolaryngoscopie



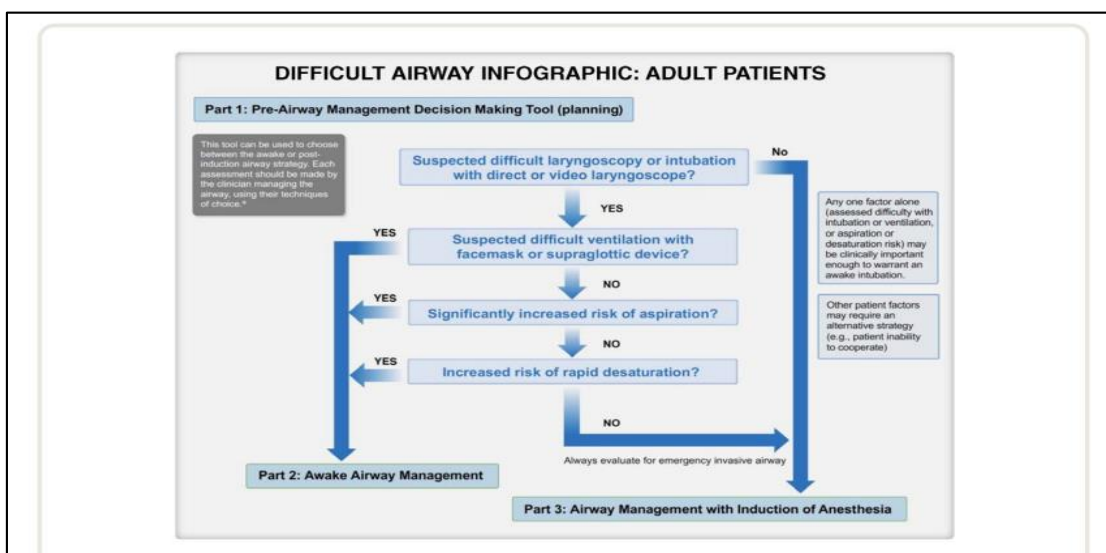
D'après : Van Zundert et al. Visualisation directe avec une lame Macintosh classique (15°) versus vidéolaryngoscopie avec lames Macintosh et D-blade (60°)

Remarque : le point de vue commence là où les optiques sont placées au bout de la lame (B+C).

Annexe 9 : algorithme ASA 2022 de gestion des voies respiratoires difficiles (adulte)



Annexe 10 : Infographie ASA2022 sur la gestion des voies aériennes difficiles (adulte)



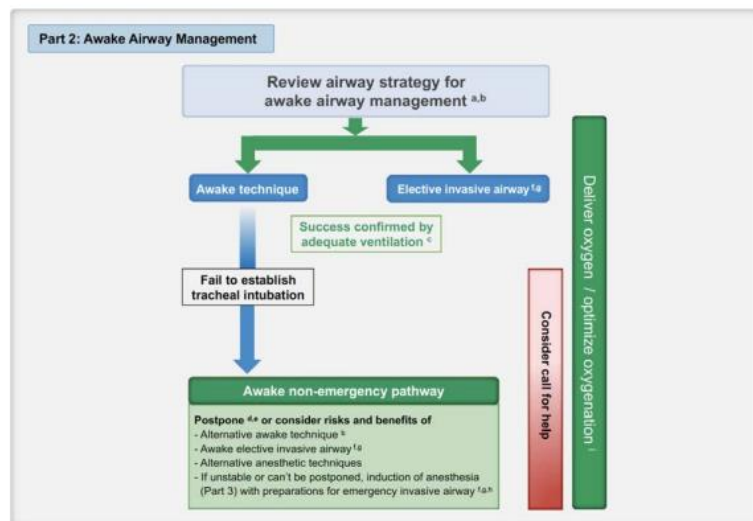


Fig. 3 (Continued)

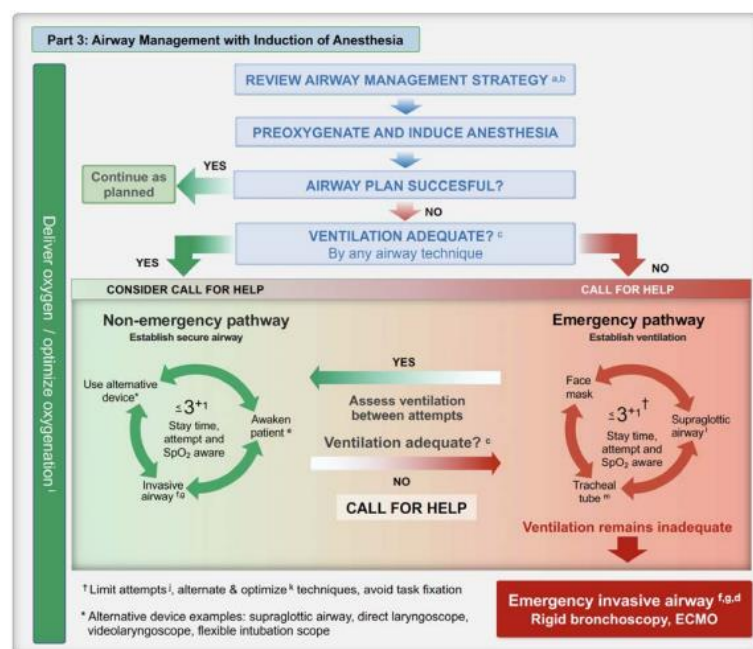
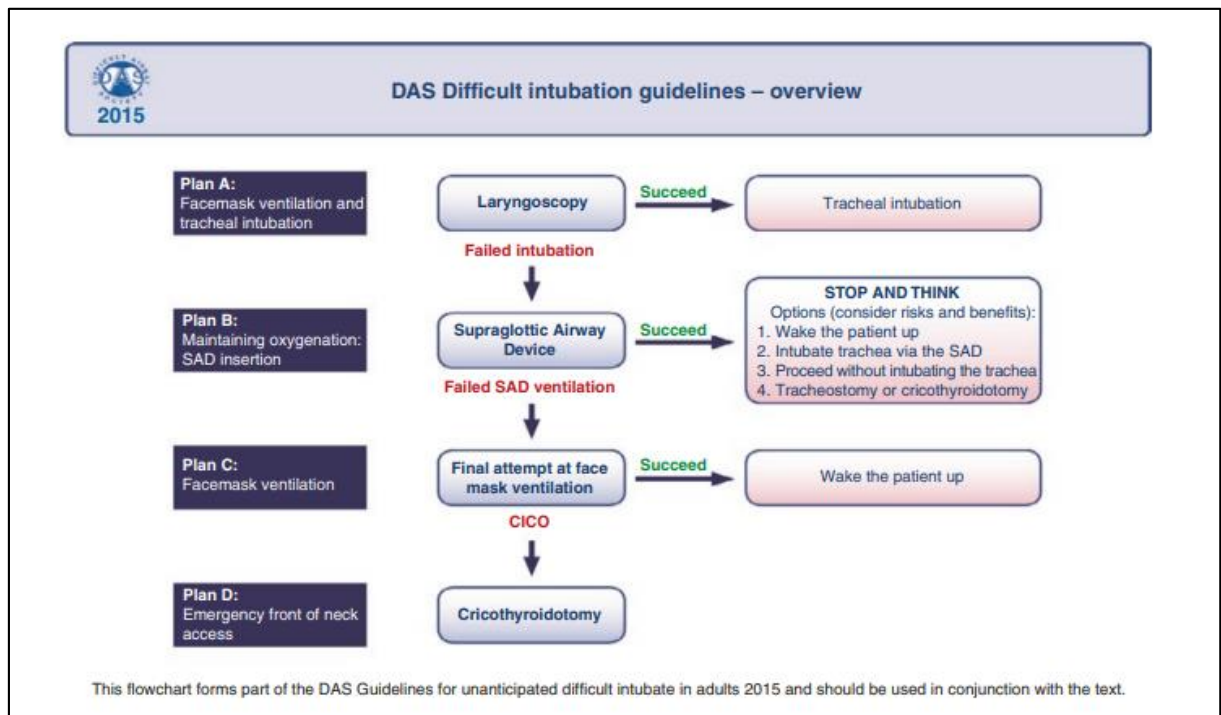
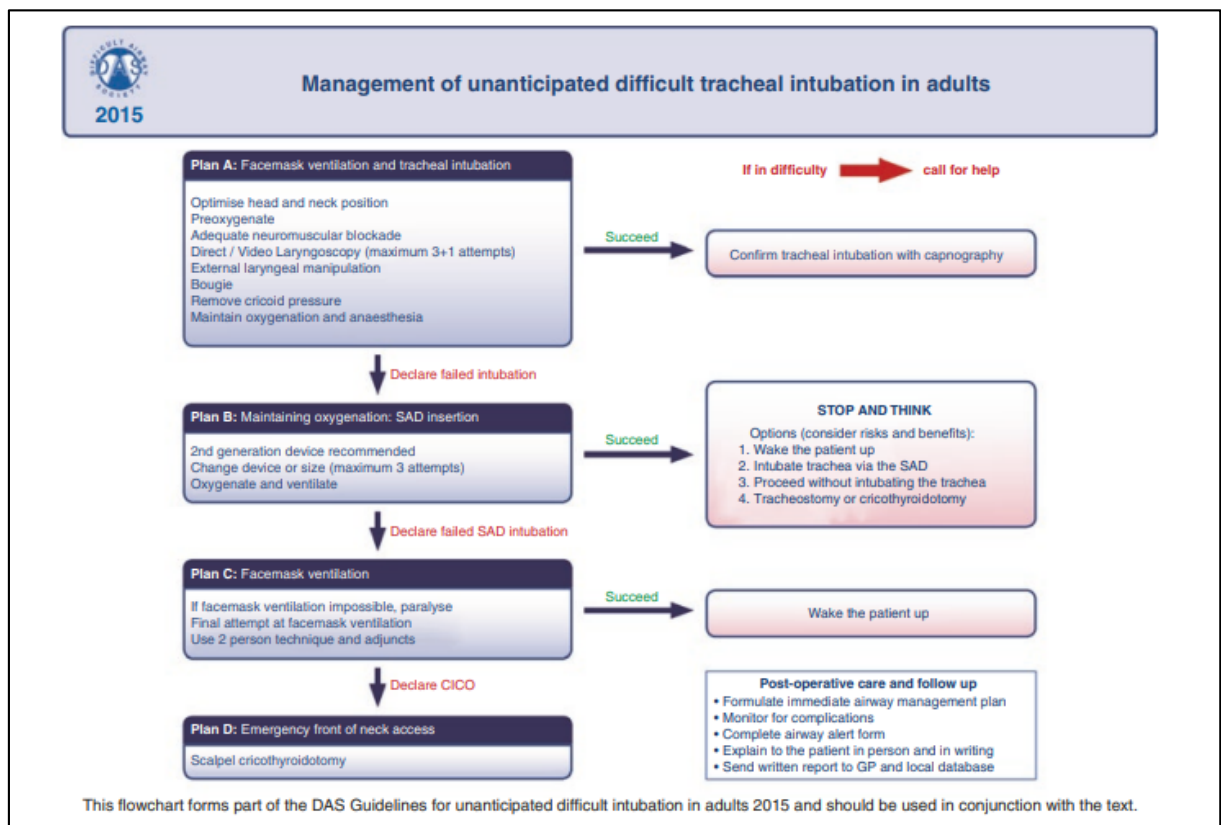


Fig. 3 (Continued)

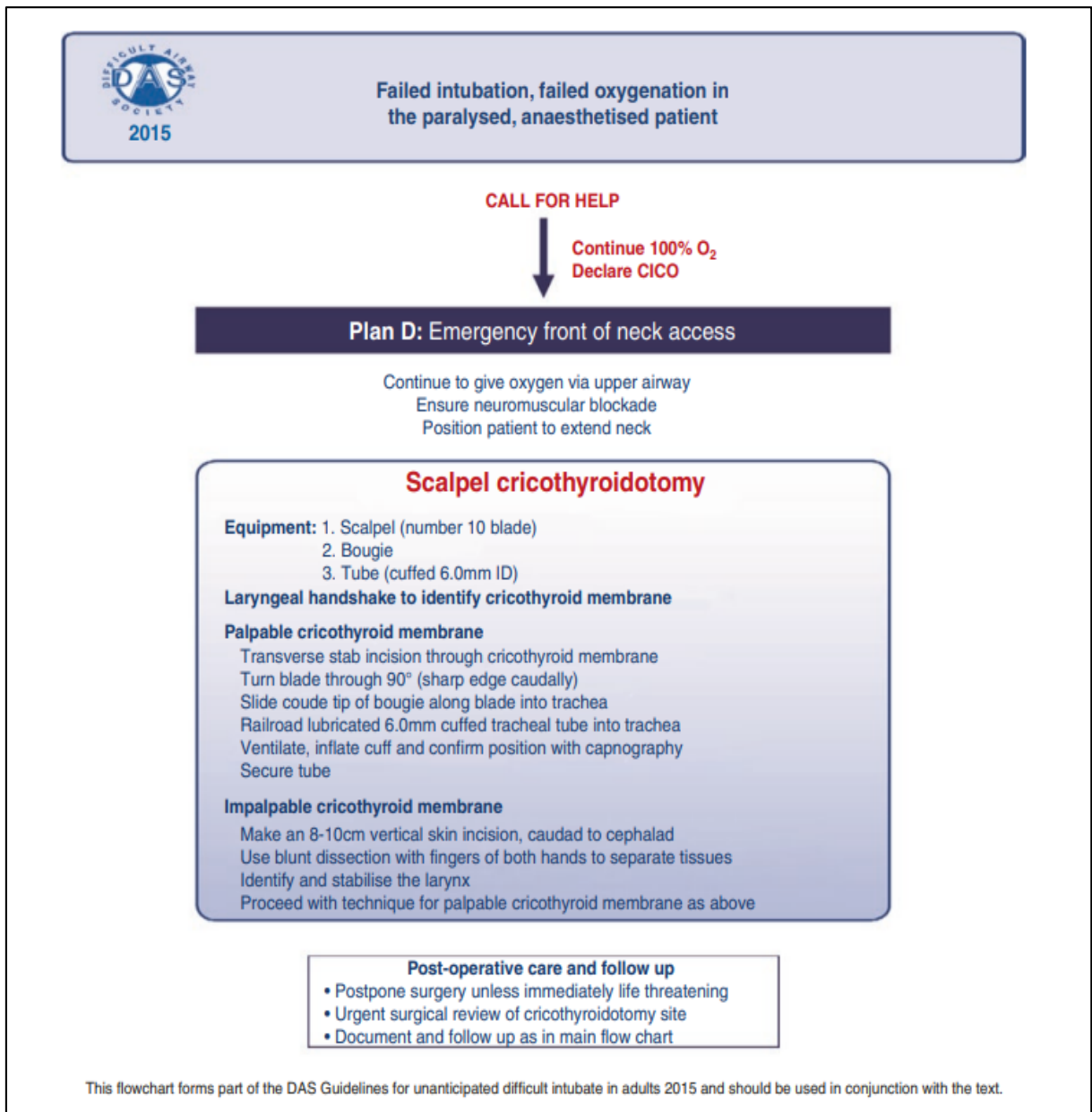
Annexe 11 : Recommandations DAS 2015 de gestion d'une intubation difficile



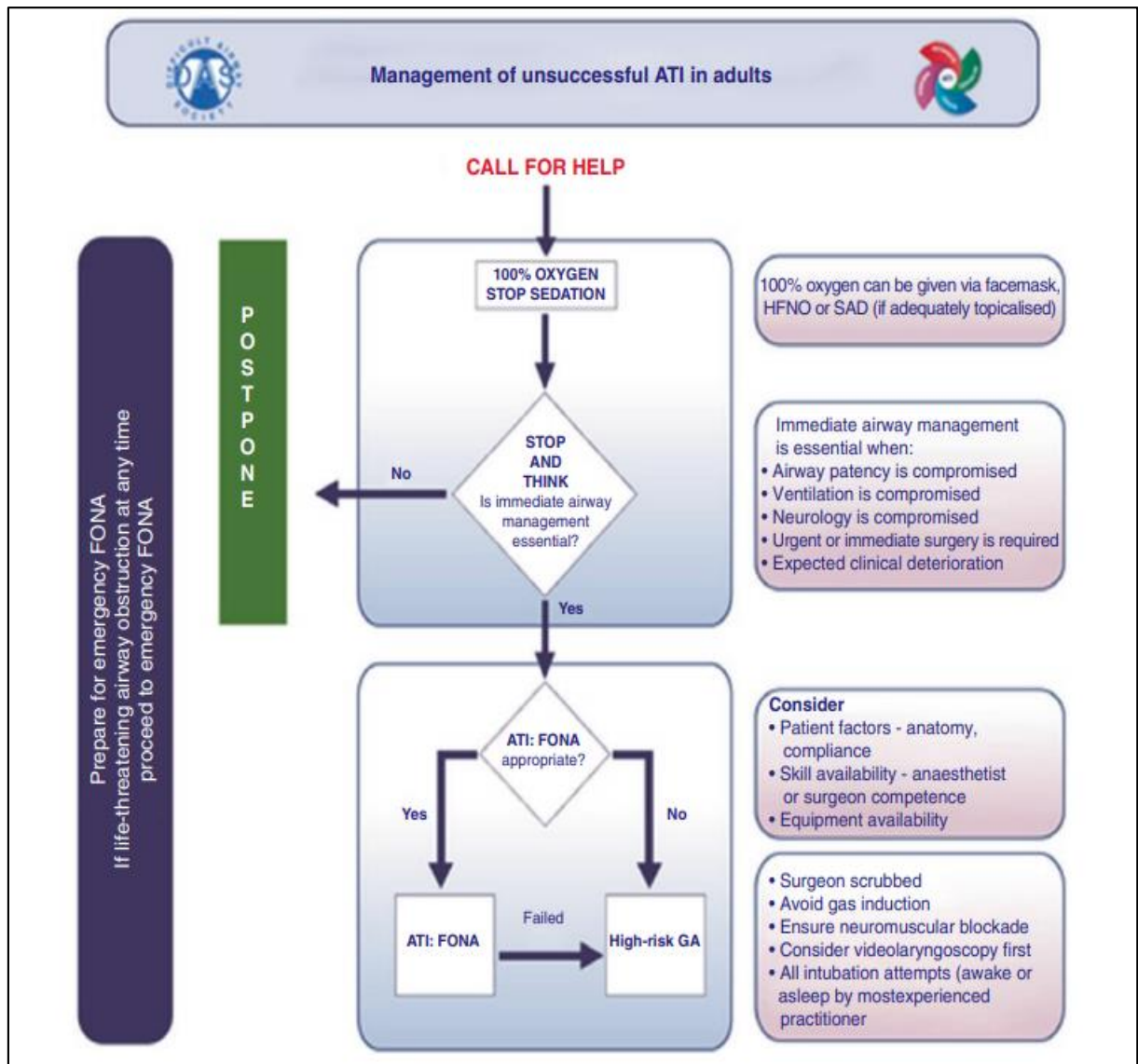
Annexe 12 : recommandations DAS 2015 de gestion d'une intubation difficile imprévue



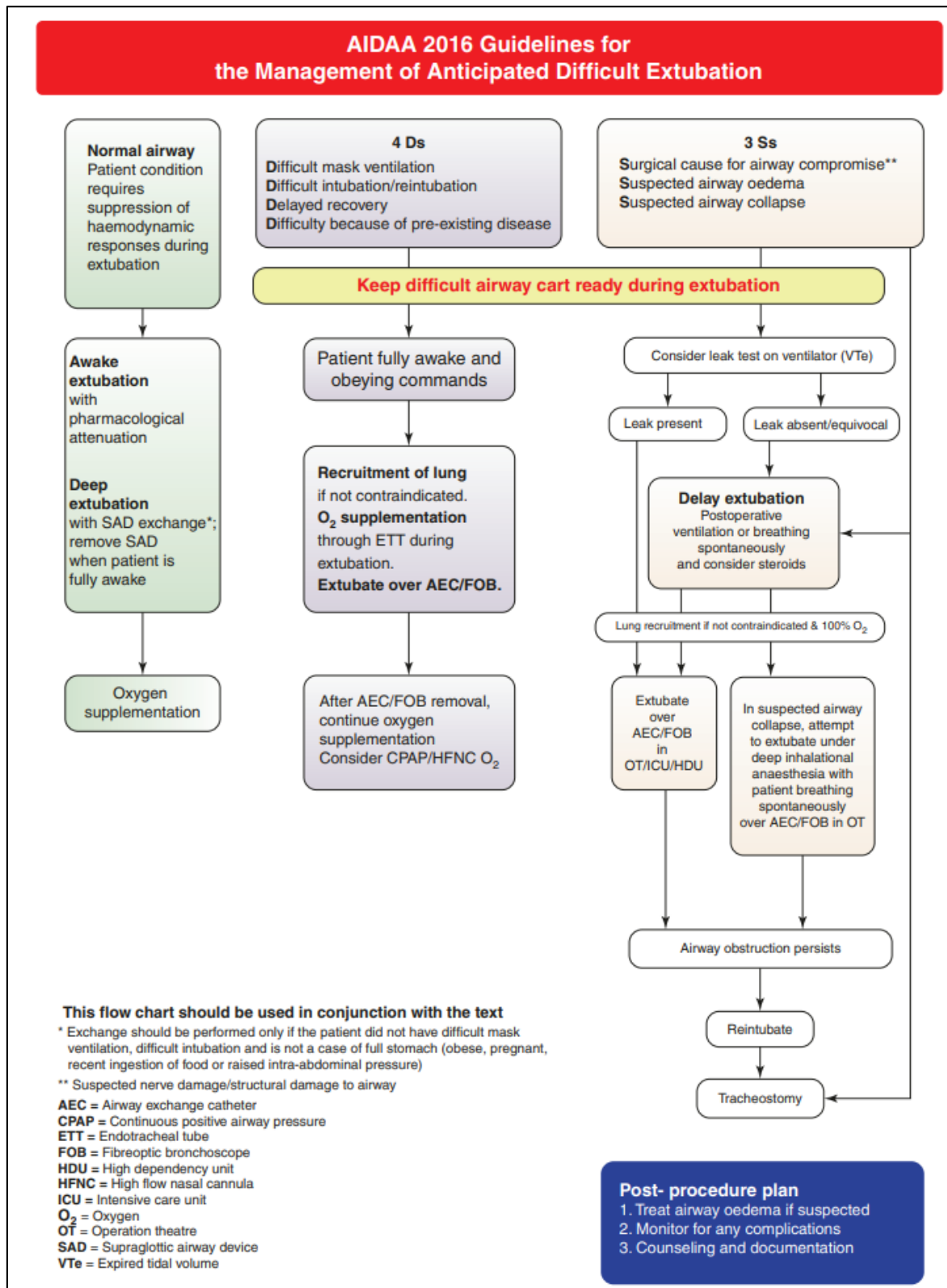
Annexe 13 : Recommandations DAS 2015 devant une situation CICO



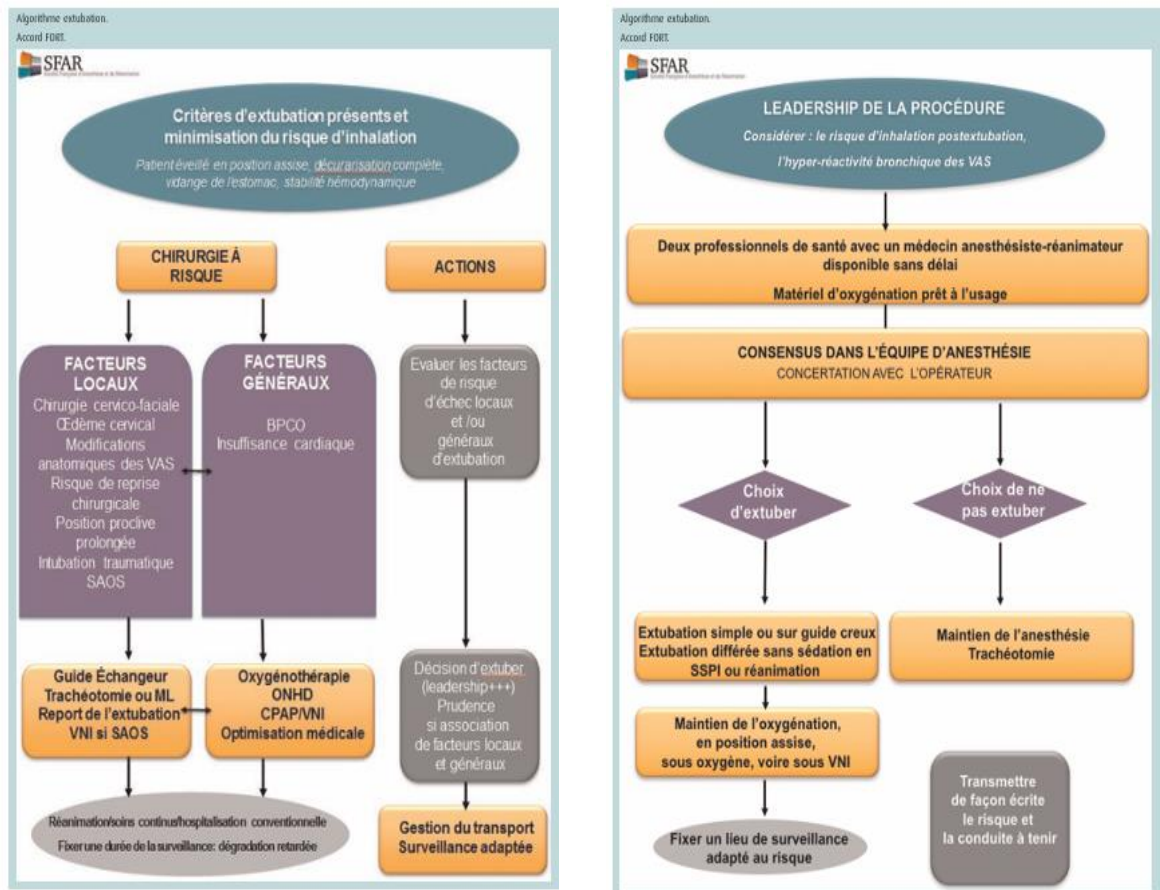
Annexe 14 : Algorithme DAS 2020 de gestion d'une intubation éveillée chez l'adulte



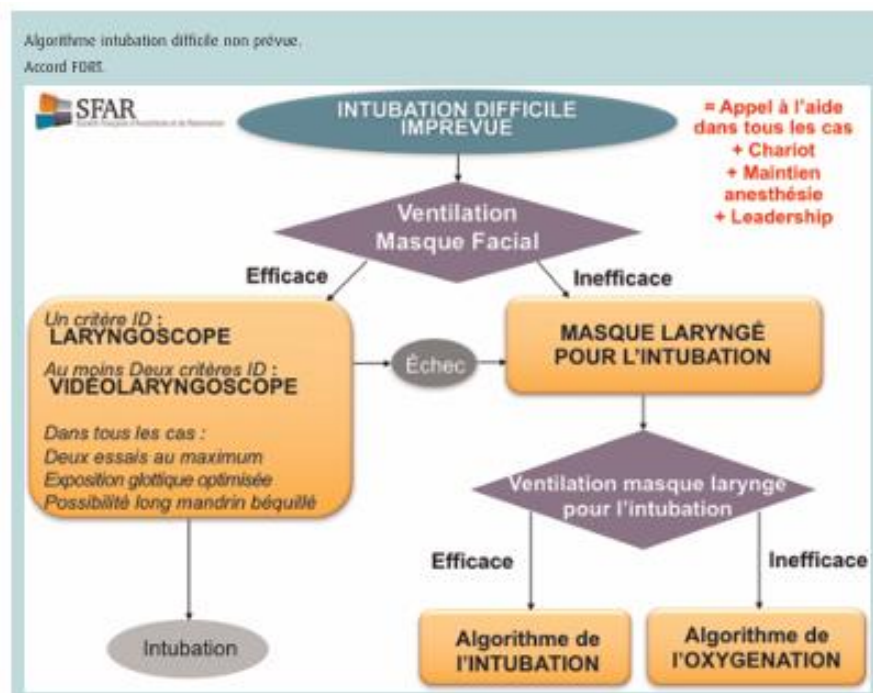
Annexe 15 : Recommandation AIDAA2016 de gestion d'une extubation difficile



Annexe 16 : Algorithme d'extubation difficile SFAR 2018



Annexe 17 : Algorithme d'intubation difficile imprévue SFAR 2018



Annexe 18 : Algorithme d'intubation difficile prévue SFAR 2018

