



UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE - LILLE 2

FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG

Année : 2019

THÈSE POUR LE DIPLOME D'ÉTAT

DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Faisabilité de la cricothyroïdectomie en urgence chez l'obèse :
Etude rétrospective Lilloise sur 8 ans.**

Présentée et soutenue publiquement le 18 Octobre 2019 à 18h
au Pôle Formation
Par Thomas DELORON

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Benoît

TAVERNIER Assesseurs :

Monsieur le Professeur Dominique CHEVALIER

Monsieur le Professeur Gilles LEBUFFE

Directeur de Thèse :

Madame le Docteur MENG

Hélène _____



UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE - LILLE 2

FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG

Année : 2019

THÈSE POUR LE DIPLOME D'ÉTAT

DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Faisabilité de la cricothyroïdectomie en urgence chez l'obèse :
Etude rétrospective Lilloise sur 8 ans.**

Présentée et soutenue publiquement le 18 Octobre 2019 à 18h
au Pôle Formation

Par Thomas DELORON

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Benoît

TAVERNIER Assesseurs :

Monsieur le Professeur Dominique CHEVALIER

Monsieur le Professeur Gilles LEBUFFE

Directeur de Thèse :

Madame le Docteur MENG

Hélène _____

Avertissements

La faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

SOMMAIRE

RÉSUMÉ	12
I. INTRODUCTION	14
1. Prologue :	14
2. Évaluation de l'accès aux voies aériennes supérieures en pratique courante ..	15
3. Obésité dans le monde et en France	16
4. Justificatif de l'étude	17
4.1 Intubation difficile	17
4.2 Recommandations.....	19
4.3 Cricothyroïdotomie	21
4.3.1 – Quand pratiquer une CT ?	21
4.3.2 – Anatomie et avantages.	21
4.4 Différents types de CT et différents matériaux.	23
4.4.1 – Canule étroite et jet ventilation.	25
4.4.2 – Canule large par abord percutané ou chirurgical.	27
4.4.3 – Canule avec ou sans ballonnet.	29
4.4.4 – Choix des canules larges à ballonnet par abord percutanée.	30
4. Objectif de l'étude	31
II. MATÉRIELS ET MÉTHODES	32
III. RÉSULTATS	36
IV. DISCUSSION	42
1. Validité des mesures et des résultats.....	42
1.1 Outil de mesure	42
1.2 Mesures	42
1.2.1 – Validité interne :	42
1.2.2 – Cohérence externe :	47
1.2.3 – Pertinence clinique	48
2. Autres supports utiles à la CT	49
V. CONCLUSION	52
VI. BILIOGRAPHIE	54

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AUC : Area Under The Curve (*Aire sous la courbe*)

BJA : British Journal of Anaesthesia

CHRU : Centre Hospitalier Régional Universitaire

CICO : Can't Intubate Can't Oxygenate (*Impossibilité d'intuber*)

CICV : Can't Intubate Can't Ventilate (*Impossibilité de ventiller*)

CT : Cricothyroïdectomie

DAS : Difficult Airway Society

DIANE : Dossier Informatisé d'ANesthésie

DPM : Distance Pré-membranaire

Dr : Docteur

IC : Intervalle de Confiance

ID : Intubation Difficile

IMC : Indice de Masse Corporelle

IOT : Intubation OroTrachéale

MCT : Membrane Cricothyroïdienne

NAP4 : Fourth National Audit Project

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ORL : Oto-Rhino-Laryngologie

RFE : Recommandations Formalisées d'Experts

ROC : Receiver Operating Characteristic

SAOS : Syndrome d'Apnées Obstructives du Sommeil

Se : Sensibilité

SFAR : Société Française d'Anesthésie et de Réanimation

Sp : Spécificité

SRLF : Société de Réanimation de Langue Française

TDMc : Tomodensitométrie cervicale

VAS : Voies Aériennes Supérieures

VD : Ventilation Difficile

VMD : Ventilation au Masque Difficile

VPN : Valeur Prédicative Négative

VPP : Valeur Prédicative Positive

RÉSUMÉ

Introduction. Nombreuses études montrent que l'obésité s'accompagne d'un risque accru d'impossibilité d'intubation et de ventilation et, de fait, d'indication de cricothyroïdectomie (CT) en urgence. Il est important de savoir si les kits de CT disponibles (Quicktrach[®], Melker[®], Portex[®], Surgicric[®]), courts par nature, sont utilisables chez l'obèse et jusqu'à quel indice de masse corporelle (IMC).

Patients et méthodes. Etude rétrospective observationnelle monocentrique Lilloise, dans laquelle 901 patients d'IMC $\geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$, ayant bénéficié d'une tomodensitométrie cervicale ont été inclus du 01/01/2011 au 30/12/2018. Etaient analysés âge, année, sexe, IMC et distance peau-membrane cricothyroïdienne (DPM) après mesure en coupe axiale sur scanner et étudiée la relation entre IMC et DPM. Le critère de jugement principal testait la faisabilité d'une cricothyroïdectomie dans une population avec un IMC $\geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$ et, en son absence (DPM $> 50 \text{ mm}$), une valeur IMC seuil au-delà de laquelle de nombreux kits de CT étaient inadaptés.

Résultats. 901 patients d'IMC $\geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$. Une corrélation forte entre IMC et DPM, (Spearman) = 0,603, $p < 0,0001$, indépendante du sexe est mise en évidence. DPM moyenne 21,1 +/- 9 mm, IMC moyen 30,8 +/- 5 kg.m^{-2} . Quatorze patients avaient une DPM $> 50 \text{ mm}$, incompatible avec la majorité des dispositifs, soit 16% des patients avec IMC $> 37,5 \text{ kg.m}^{-2}$. Un IMC seuil = 37,5 kg.m^{-2} prédit une DPM $> 50 \text{ mm}$ (courbe ROC : AUC = 0,96 +/- 0,008, = 0,05, Se = 1, Sp = 0,92, VPP = 0,16 et VPN = 1, youden = 0,918).

Conclusion. Une corrélation forte existe entre IMC-DPM. Les principaux kits de cricothyroïdectomie ne sont pas adaptés à l'obèse, notamment quand IMC $> 37,5 \text{ kg.m}^{-2}$. Envisager alors CT avec Surgicric[®] ou alternative en amont.

Mots-clés. Cricothyroïdectomie, obésité, distance peau-membrane cricothyroïdienne, IMC.

ABSTRACT

Introduction. Many studies demonstrate obesity is responsible for an increased risk to a cannot intubate and cannot ventilate situation, and consequently of emergency cricothyroidotomy. This raises the question of whether available cricothyroidotomy short kits (Quicktrach[®], Melker[®], Portex[®], Surgicric[®]) are suitable for obese patients, and up to which corporal mass.

Patients & methods. Retrospective, observational, monocentric study in Lille. We included 901 patients with BMI $\geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$ who underwent a cervical CT scan between 01/01/2011 and 12/31/2018. We analyzed age, sex, year, BMI and depth to the cricothyroid membrane (CTMd), as measured in a CT axial cut. Primary endpoint was the material feasibility of cricothyroidotomy in obese patients. When not feasible (CTMd $> 50 \text{ mm}$), we looked at a BMI threshold value for inadequacy of most cricothyroidotomy kits.

Results. We enrolled 901 patients with BMI $\geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$. BMI and CTMd strongly correlated (Spearman = 0.603, $p = 0.0001$), independently of sex. Mean CTMd was $21.1 \pm 9 \text{ mm}$, mean BMI was $30.8 \pm 5 \text{ kg.m}^{-2}$. A CTMd $> 50 \text{ mm}$ was observed in 14 patients (16 % of those with a BMI $> 37.5 \text{ kg.m}^{-2}$), and was non-compatible with most devices. A 37.5 kg.m^{-2} BMI threshold predicts a CTMd $> 50 \text{ mm}$ with Se = 1, Sp = 0.92, VPP = 0.16 and VPN = 1 (ROC curve, youden = 0,918, AUC = 0.96 ± 0.008 , $p = 0.05$).

Conclusion. BMI and CTMd strongly correlated. Main cricothyroidotomy kits are not suitable for obese patients, notably when BMI $> 37.5 \text{ kg.m}^{-2}$, and cricothyroidotomy should be performed with Surgicric[®] or alternative strategy should be anticipated.

Keywords. cricothyroidotomy, obesity, depth of cricothyroid membrane, BMI.

I. INTRODUCTION

1. Prologue :

L'anesthésie générale est de plus en plus sécuritaire au fil des années. Les estimations actuelles de mortalité liée à l'anesthésie ont drastiquement chuté ces dernières années, divisées par plus de 10 en 50 ans (3,6 pour 10 000 avant 1970, 0,5 pour 10 000 dans les années 80, et entre 0,1 et 0,3 pour 10 000 depuis les années 2000 (1,2). Un défaut de contrôle des voies aériennes et de la ventilation représente une des principales causes de complications graves à létales imputables à l'anesthésie. L'incidence variant selon les études de 20 à plus de 50% (2–4).

Un contrôle des voies aériennes et le recours à une ventilation assistée sont quasiment toujours nécessaires lors d'une opération. L'intubation est alors la méthode de référence pour assurer la ventilation et la protection des voies aériennes supérieures.

La situation la plus critique, associant impossibilité d'intubation et impossibilité de ventilation efficace (*Can't Intubate Can't Oxygenate, CICO - Can't Intubate Can't Ventilate, CICV*) est rare, mais rapidement associée à un décès ou une morbidité neurologique importante liée à l'hypoxie. Elle nécessite une prise en charge adaptée et immédiate. Dès lors, les recommandations des sociétés savantes préconisent un abord direct trachéal par cricothyroïdectomie (5,6).

L'obésité est un facteur de risque prépondérant tant de ventilation difficile (VD) que d'intubation difficile (ID) et fait de ces patients une population bien plus à risque que la population générale de nécessiter un recours à la cricothyroïdectomie. Le but de notre étude était d'évaluer si les divers kits à disposition étaient adaptés à cette

population, et en particulier, de déterminer s'ils étaient suffisamment longs pour traverser la graisse pré-cervicale, afin de minimiser les risques d'échec.

2. Évaluation de l'accès aux voies aériennes supérieures en pratique courante

Le contrôle des voies aériennes est une priorité en anesthésie-réanimation. Le dépistage des facteurs de risque d'ID doit être systématique lors de l'examen pré-anesthésique. L'un des objectifs de la consultation d'anesthésie est d'essayer d'anticiper toute difficulté possible de ventilation et/ou d'intubation. Si un sur-risque est suspecté, l'anesthésiste pourra selon les cas demander des explorations complémentaires fonctionnelles, biologiques, radiologiques ou spécialisées. Ceci pour minimiser le risque de difficultés non prévues et élaborer à priori une stratégie et des techniques appropriées de contrôle des voies aériennes supérieures (VAS).

L'interrogatoire recherchera la présence d'un terrain à risque, comme un antécédent d'ID, de chirurgie ORL, de radiothérapie ou de brûlures de la sphère ORL. Une pathologie congénitale malformative ou une atteinte rhumatologique sévère. Il conviendra également de rechercher une grossesse en cours et notamment un terme proche de l'anesthésie. De même la recherche d'un SAOS, d'un diabète.

L'examen physique recherchera la présence de critères anatomiques susceptibles de participer à une ventilation au masque difficile (VMD) ou une ID. Il recherchera un syndrome malformatif. Il évaluera la mobilité cervicale et mandibulaire, la distance thyro-mentale, l'épaisseur du cou, l'ouverture de bouche, la classe de Mallampati à l'ouverture de bouche (Figure 2), l'épaisseur de la langue, la présence ou non d'incisives proéminentes, de prothèses dentaires, de piercing intra-buccal. Pour finir, la recherche d'une obésité et le calcul de l'IMC sont incontournables.

De nombreux critères et facteurs de risque d'intubation et de ventilation difficiles ont été proposés au fil des années et ont conduit à un nombre important de scores et de tests prédictifs. La plupart ne sont pas indemne de critiques scientifiques ultérieures, ne possèdent pas les mêmes performances, ou simplement ne sont pas adaptés à la pratique clinique courante. Nous ne parlerons ici que des principaux, et de ceux préconisés par les sociétés savantes d'anesthésie.

Ainsi le dépistage de l'ID repose principalement, comme rappelé par la conférence de consensus de 2002 sur la prise en charge des voies aériennes en anesthésie adulte (7) et préconisé par l'expertise collective de la SFAR (8), par la détermination de la classe de Mallampati (> 2), l'évaluation de la distance thyromentale (< 65 mm), et de l'ouverture de bouche (< 35 mm). Ces 3 éléments doivent être recherchés en consultation d'anesthésie et complétés par l'appréciation de la proéminence des incisives supérieures, de la mobilité mandibulaire (test de la morsure de lèvre supérieure) et cervicale (7).

Nous nous intéresserons dans cette étude aux patients obèses car l'obésité ressort selon les sociétés savantes comme un facteur risque indépendant à la fois de VMD (et même dès $IMC > 26$ kg/m^2) et d'ID ($IMC > 35$ kg/m^2). (8,9). Et il est important de noter que Langeron *et al.* ont montré que les patients difficilement ventilables avaient 4 fois plus de risque d'être difficilement intubables et 12 fois plus de risque d'être inintubables (9). L'obésité est donc en ligne de proue des situations à risque de CICV et à dépister précocement.

3. Obésité dans le monde et en France

La prévalence du surpoids et de l'obésité est en augmentation depuis de nombreuses années. A l'échelle mondiale le pourcentage de personnes au moins en

surpoids (IMC > 25 Kg.m²) est passé de 26,5% en 1980 à 39% en 2015, soit une augmentation de plus de 50% en 35 ans. De même la prévalence de l'obésité (IMC > 30 Kg.m²) est passée de 7% à 12,5%, soit une augmentation de près de 80%. De plus, cette proportion tend à être nettement plus élevée dans les pays occidentaux comme en Amérique ou en Europe où le pourcentage de personnes au moins en surpoids varie de 46% à 62% entre 1980 et 2015 et celui de personnes obèses de 13,5% à 25% (10,11).

En 2015, la proportion de Français adultes au moins en surpoids était de 50% et celle d'obèses de 17%. Par ailleurs, le Nord-Pas-de-Calais (à l'époque n'incluant pas la Picardie) est la région ayant la plus forte prévalence d'obésité en France, avec 25,6% d'obèses en 2013 (12,13).

4. Justificatif de l'étude

4.1 Intubation difficile

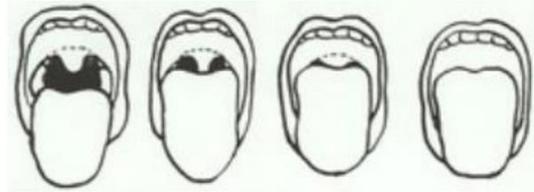
La définition de l'ID n'est pas universelle. Elle reste cependant proche tant pour l'expertise internationale de l'American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of Difficult Airways et de la Difficult Airway Society (DAS) que pour la Société Française d'Anesthésie et de Réanimation (SFAR), où l'on considère qu'une intubation est difficile pour un anesthésiste expérimenté, lorsqu'elle nécessite plus de 10 minutes et/ou plus de deux laryngoscopies, dans la position modifiée de Jackson, avec ou sans compression laryngée (manœuvre de Sellick) (8). Cette définition reste assez subjective et il est courant d'utiliser un score d'intubation difficile pour la préciser. Le plus utilisé est le score d'intubation difficile d'Adnet (14) (Figure 1).

Paramètres pris en compte	Degré de difficulté en fonction du score
Nombre de tentatives au delà de 1 Nombre d'opérateurs au delà de 1 Nombre de techniques alternatives	Total = 0 ↔ facile, situation idéale 0 < total ≤ 5 ↔ difficulté légère Total > 5 ↔ difficulté modérée à majeure ∞ correspond à une intubation impossible
Grade de Cormack et Lehane – 1 (grade 1 = 0)	
Force de traction normale (0) ou anormale (1)	
Pression laryngée: non (0) ou oui (1) sauf Sellick	
Cordes vocales en abduction (0) ou adduction (1)	

Figure 1. Score d'Adnet : Quantification de la difficulté de l'IOT (14)

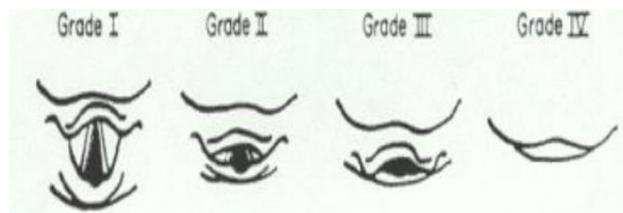
Afin de stratifier le risque prédictif d'ID, la classification de Cormack et Lehane est constamment utilisée en laryngoscopie directe pour évaluer la visualisation de la glotte et des cordes vocales (15,16) (Figure 3). Elle est segmentée en 4 grades de I à IV, associés à des difficultés croissantes d'intubation. Il est généralement admis que l'intubation est considérée comme facile pour les grades I et II, compliquée pour le grade III, et très difficile, voire impossible, pour le grade IV. L'incidence des grades III est proche de 5 % et celle des grades IV est inférieure à 1 % (17). Néanmoins la reproductibilité de la classification de Cormack-Lehane est plutôt limitée avec une fiabilité inter-observateur plutôt faible.(15).

Les classes extrêmes du score de Mallampati permettent généralement de prédire le grade de Cormack, et ainsi habituellement une classe 1 correspond à une laryngoscopie de grade 1, tandis qu'une classe 4 est associée à une laryngoscopie de grade 3 ou 4. En revanche, la corrélation est peu fiable pour les classes 2 et 3 (18).



Classes	Structures visibles
Classe 1	Palais mou, uvula, piliers et loges amygdaliennes visibles
Classe 2	Palais mou visible, uvula pouvant être en partie masquée par la base de la langue
Classe 3	Palais mou visible, base de l'uvula parfois encore visible
Classe 4	Palais mou invisible, seul le palais osseux est visible

Figure 2. Score de Mallampati



Grade	Structures visibles
Grade 1	anneau glottique dans son ensemble
Grade 2	commissure supérieure de l'anneau glottique, exposition incomplète des cordes
Grade 3	épiglote et ouverture glottique, pas d'exposition glottique
Grade 4	vue limitée au palais mou, pas d'exposition épiglottique

Figure 3. Classification de Cormack-Lehane

4.2 Recommandations

La gestion des situations d'ID ainsi que de ventilation/oxygénation difficile ou impossible (*Can't Intubate Can't Oxygenate, CICO - Can't Intubate Can't Ventilate, CICV*) fait l'objet de recommandations de plus en plus en plus codifiées. Pour les sociétés savantes qui font appel à des experts pour rédiger leurs recommandations, la cricothyroïdotomie (CT) est le recours ultime dans ces situations graves. C'est le cas pour la SFAR, avec une RFE réactualisée en 2017 (5), comme pour les DAS en 2015 (6) (Figure 4).

DAS Difficult intubation guidelines – overview

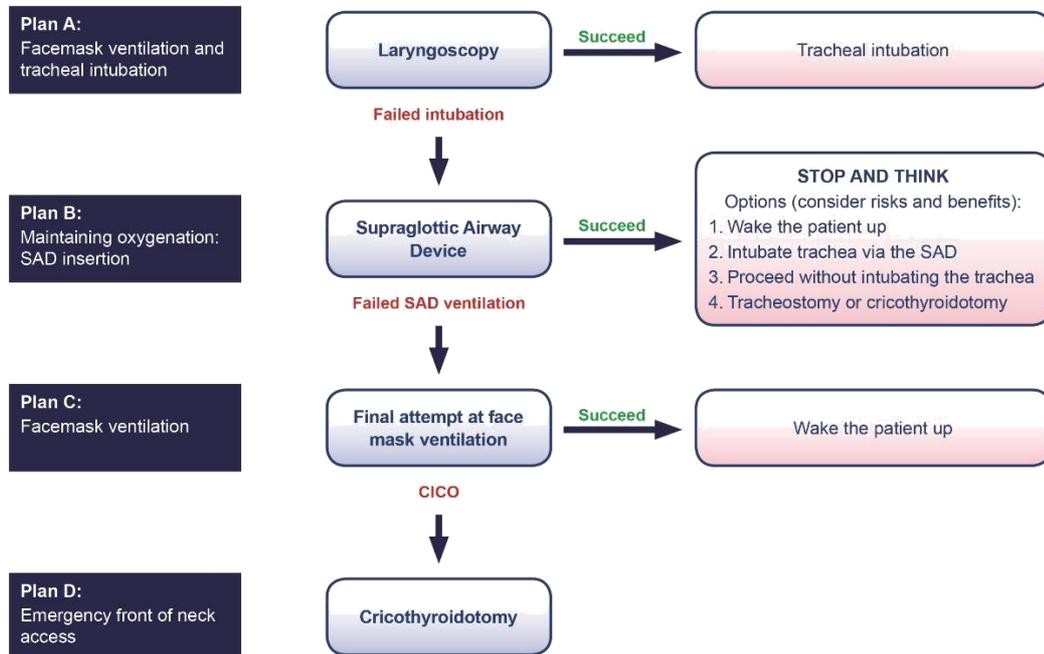


Figure 4. Algorithme de CICV de la *Difficult Airway Society* (6)

Les recommandations internationales de la DAS résument la conduite à tenir en 4 temps chronologiques désignés par « Plan » : (6)

- « Plan A » : Ventilation au masque et intubation trachéale. Un maximum de 3 à 4 tentatives d'intubation recommandées, avant de considérer la situation comme un échec et de passer au plan B.
- « Plan B » : Maintien d'une oxygénation par mise en place d'un dispositif supra-glottique. Le succès du plan B fera discuter différentes options : réveiller le patient, intuber le patient au travers du dispositif supra-laryngé, continuer l'anesthésie sans intubation, ou procéder à une trachéotomie ou CT. L'échec du plan B après un maximum de 3 essais conduit à l'étape C.

- « Plan C » : Nouvel essai de ventilation au masque et réveil du patient en cas de succès. En cas de CICV, il faut alors passer au plan D.
- « Plan D » : Abord cervical antérieur en urgence par CT afin de prévenir les hypoxies cérébrales et le décès.

Par ailleurs, durant tout l'algorithme, l'appel de renfort est une règle évidente que ce soit par le soutien médical d'un confrère anesthésiste ou d'un chirurgien, ORL ou non, ou d'un agent paramédical. De même le réveil du patient doit être envisagé à chaque étape.

4.3 Cricothyroïdotomie

4.3.1 – Quand pratiquer une CT ?

L'incidence de CICV durant une anesthésie est rare, entre 1 pour 10 000 et 1 pour 50 000 cas (19). Cette incidence est plus élevée en situation d'urgence, plusieurs études reportant des taux de 0,2 à 1 pour 100 cas (20–23). En situation de CICV, la CT est la technique de sauvetage ultime recommandée de façon universelle. Elle doit être envisagée et pratiquée dans les plus brefs délais dès lors que toutes mesures non invasives ne sont pas parvenues à pallier à l'hypoxie sévère.

Malheureusement la décision de CT est souvent retardée et sa pratique effectuée trop tard. Des études rétrospectives pré-hospitalières ont montré que la plupart des patients étaient en arrêt cardiaque avant la réalisation d'une CT ou qu'elle était pratiquée trop tardivement pour éviter une comorbidité importante (24,25).

4.3.2 – Anatomie et avantages.

L'accès aux VAS peut se faire par réalisation d'une trachéotomie, généralement pratiqué entre le second et le troisième anneau trachéal. Néanmoins celle-ci nécessite fréquemment un passage au travers de couches musculaires et de l'isthme thyroïdien ainsi que de sa vascularisation, en particulier lorsque l'accès à la trachée se situe en profondeur. Si la trachéotomie, pratiquée en situation programmée et par des équipes entraînées, est associée à un fort taux de réussite avec un faible risque de complication, la trachéotomie en urgence est, elle, associée à un fort taux de complication. Ainsi de par son exécution plus rapide, plus simple, moins hémorragique et sa plus grande sécurité (26,27), en contexte d'urgence c'est la CT qui est recommandée (6,8).

La CT permet la création d'un passage dans l'espace situé entre le bord antéro-inférieur du cartilage thyroïde et le bord antéro-supérieur du cartilage cricoïde afin d'obtenir un accès aux voies aériennes sous glottiques et permettre oxygénation +/- ventilation. Cet accès est effectué au travers de la membrane crico-thyroïdienne (MCT) qui est repérée par palpation chez un patient en position neutre ou hyper-extension. Après localisation de la proéminence laryngée du cartilage thyroïde, ou pomme d'Adam, l'examen recherchera à la palpation une dépression entre les cartilages thyroïde et cricoïde correspondant à la MCT. La MCT est une membrane dense fibro-élastique d'environ 1cm de hauteur sur 3cm de largeur, entourée latéralement de part et d'autre par les muscles cricothyroïdiens. C'est la partie centrale de la membrane, d'environ 1cm de largeur, libre de ces muscles, qu'il faut ponctionner (Figure 5). Un abord au sein de la partie inférieure de la MCT est souvent recommandé afin d'éviter toute atteinte des vaisseaux cricothyroïdiens ou des cordes vocales. Par ailleurs, la présence de la lame postérieure du cartilage

cricoïde située en face du niveau de la MCT assure une certaine protection du mur postérieur de la trachée et de l'œsophage (Figure 6).

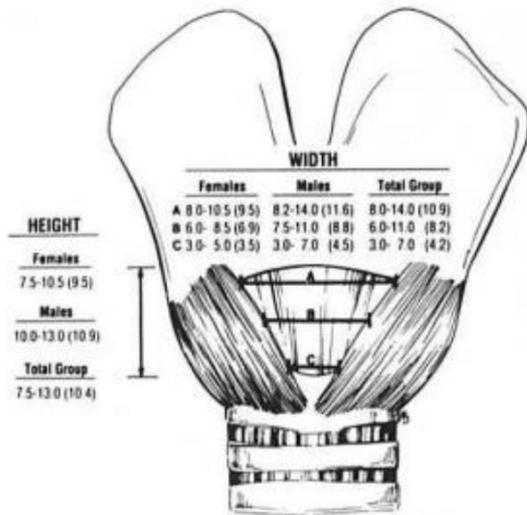


Figure 5. Membrane CT (28)

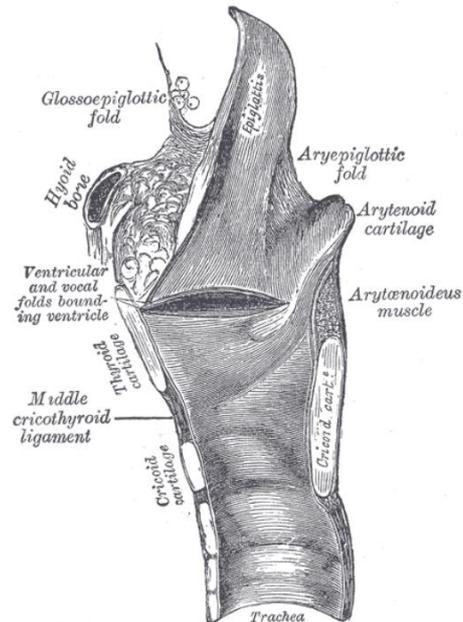


Figure 6. MCT et rapports anatomiques (29)

4.4 Différents types de CT et différents matériaux.

Il existe une kyrielle d'équipements et de techniques permettant la réalisation d'une CT. Il est courant de distinguer le matériel en fonction de son diamètre interne (ID).

- Canule étroite (généralement $ID \leq 2\text{mm}$ voire 3 mm), utilisant un abord percutané, nécessitant un matériel pré-installé sur l'aiguille de ponction et permettant de délivrer une oxygénation en urgence par Jet-ventilation.

- Canule large (ID entre 4mm et 6mm), utilisant un abord percutané soit via un matériel d'emblée installé sur l'aiguille de ponction soit par méthode de Seldinger. Permettant oxygénation et ventilation.

- Tube trachéal ou de trachéotomie (généralement ID = 6mm), utilisant un abord chirurgical et permettant oxygénation et ventilation

La technique percutanée consiste à repérer puis ponctionner la MCT à l'aiguille à l'aide d'une seringue, le vide à la main. Les voies respiratoires sont identifiées lorsque l'air est aspiré dans la seringue de ponction. Le dispositif de CT est alors poussé dans la trachée lorsqu'il s'agit de kits 'tout-en-un' comme l'aiguille de Patil[®] ou le Quicktrach[®]. La méthode de Seldinger repose sur des kits utilisant un guide souple métallique à insérer dans l'aiguille de ponction et qui servira de tuteur pour ensuite dilater le trajet de ponction et/ou y introduire la canule. La ponction initiale doit être effectuée avec un angle de 30 à 45° en direction caudale vis à vis de l'axe perpendiculaire à la trachée, afin de minimiser le risque de coudure du guide, de faux trajets et de lésions du mur postérieur.(Figure 7)

La technique chirurgicale existe sous différentes modalités et consiste systématiquement à pratiquer initialement une incision verticale au scalpel au niveau de la zone d'intérêt. Cette incision est généralement large de 2 à 3 cm, mais il est recommandé de l'étendre jusqu'à 8 à 10 cm en cas d'obésité ou de localisation incertaine de la MCT (6). Une fine incision horizontale au travers de la MCT sera effectuée par la suite avant de la dilater au doigt. Un ou plusieurs écarteurs pourront ensuite maintenir l'accès au voies aériennes où sera introduit une sonde ou une canule adaptée.

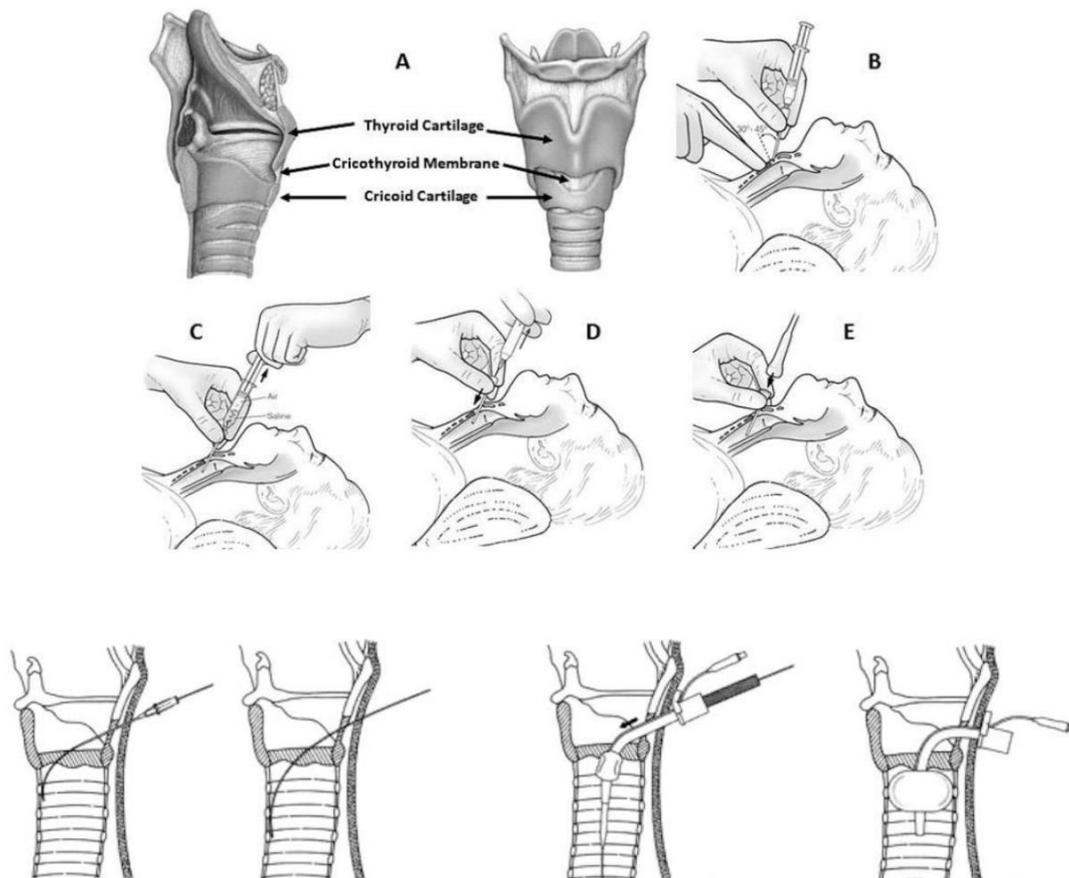


Figure 7. Cricothyroidotomy par voie percutanée (30,31)

4.4.1 – Canule étroite et jet ventilation.

L'utilisation d'une canule étroite (< 2-3mm) impose une éjection de gaz à haute pression pour contrer les résistances dues au calibre de la canule. Cette haute pression est transformée en énergie cinétique à la sortie de la canule et permet l'injection de gaz à haute vitesse et basse pression, suivant un débit constant indépendant du patient. En début d'insufflation, la pression à la sortie de la canule est nulle mais s'accroît rapidement et ce d'autant que la compliance est faible et les résistances élevées. Ainsi la vitesse du gaz va rapidement décroître à mesure que la pression trachéale augmente, puis refluer à l'extérieur via les VAS. Après insufflation, l'exsufflation ne peut se faire que de façon passive et via les VAS (une exsufflation

passive de 500ml au travers d'une canule 14G nécessite entre 30 et 45 secondes (32), donc impossible en situation clinique critique). Un contrôle strict des pressions intra-trachéales est donc obligatoire avant toute nouvelle insufflation afin d'éviter les risques de sur-distension et de barotraumatisme sévère. Des mesures de libération des VAS telles que l'utilisation d'une canule de Guedele, la subluxation de la mâchoire ou la mise en place d'un masque laryngé peuvent permettre un meilleur contrôle de l'expiration. L'administration de gaz peut se faire soit manuellement par l'utilisation d'un appareil manuel avec manomètre type Manujet™ ne permettant pas de mesure de la pression télé-expiratoire et nécessitant donc une connaissance parfaite de ce type de ventilation, ou via un respirateur spécifique à haute fréquence type Monsoon™ ou Mistral™.

En situation de CICV une obstruction des VAS au moins partielle est quasi systématique et possiblement totale et cela même en expiration. Dès lors il devient excessivement dangereux d'avoir recours à ce type de ventilation et il convient d'être particulièrement attentif à la déflexion de la cage thoracique attestant la bonne exsufflation ainsi qu'à la pression trachéale télé-expiratoire en continu. Ainsi de nombreux articles rapportent un nombre important de complications liées à la pratique de jet-ventilation en cas de CICV et une récente revue de la littérature de Duggan LV analysant 44 études sur la jet-ventilation, dont 90 cas en situation de CICV, met en évidence un taux d'échec d'oxygénation de 42 % et un taux de barotraumatisme de 33 % lorsqu'elle est pratiquée en urgence en situation de CICV, versus respectivement 0 % et 7 % lorsqu'elle est pratiquée en urgence en dehors de CICV et 0,3 % et 8 % lors de jet-ventilation programmée (33). La ventilation par jet-ventilation, de par ces risques, nécessite une parfaite connaissance de la physiologie respiratoire, du matériel utilisé et de sa surveillance. C'est une spécificité de la

chirurgie ORL, pratiquée quasi-exclusivement dans des centres spécialisés par quelques anesthésistes. Elle est connue de 34 % des anesthésistes des hôpitaux universitaires américains (34) et pratiquée par 16 % des anesthésistes français (35). De même le matériel inhérent à sa pratique pour ventilation haute fréquence n'est que très peu disponible en France, quasi-exclusivement dans les blocs opératoires d'ORL ou de réalisation de bronchoscopie, voire dans certains centres d'urgence pré-hospitalière.

Ainsi, par exemple, les experts Canadiens du « Canadian Airway Focus Group » ont récemment retiré de leurs recommandations la possibilité d'utilisation de canules fines avec jet-ventilation dans l'algorithme de prise en charge des CICV où ils ne laissent plus la place qu'aux canules larges par abord percutané ou chirurgical en dehors des experts de la jet-ventilation. Pour finir, l'obésité est une contre-indication fréquente de ce type de ventilation de par la faible compliance pulmonaire et la baisse de la capacité résiduelle fonctionnelle limitant le volume entrant et ne permettant pas une oxygénation suffisante.

4.4.2 – Canule large par abord percutané ou chirurgical.

L'utilisation d'une canule large peut se faire, soit par un abord percutané soit par un abord chirurgical. Il est difficile voire impossible de trouver des données à haut niveau de preuve préférant certaines techniques ou matériaux pour la CT de par la faible incidence de sa pratique. Son étude nécessiterait un nombre de patients extrêmement grand. De même, l'instant de sa pratique étant lié à des complications neurologiques sévères ou létales, il semble éthiquement impossible de pratiquer une étude prospective randomisée afin de comparer une technique à une autre.

Il n'existe pas de consensus favorisant l'une ou l'autre des techniques. Les études actuelles sont pour la grande majorité limitées à la pratique de CT sur cadavres, mannequins ou animaux et omettent donc d'intégrer les facteurs de stress et de doute, ainsi que le saignement, l'œdème et leurs complications. Dans une large revue systématique de la littérature publiée en 2013 comportant 1405 références et 24 études, il était comparé l'utilisation des différents kits de CT percutanée à la chirurgie et aucune différence n'a été retrouvée entre chaque groupe tant sur le taux de succès que sur la rapidité d'exécution de la CT (36).

Sans retirer la possibilité d'un abord percutané, l'abord chirurgical semble depuis les dernières recommandations 2015 de la DAS la technique la plus recommandée en cas de CICV, de par sa rapidité d'exécution et la faible incidence de complication chez des utilisateurs avertis. Le choix de cet abord s'est fortement appuyé sur les résultats du Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society (NAP4) (37). Il y était reporté un très faible taux de succès de l'abord percutané entrepris par les anesthésistes (37%), alors que l'abord chirurgical était pratiqué quasiment toujours avec succès en premier ou dernier recours. Néanmoins il faut prendre avec réserve les résultats de NAP4 car l'abord chirurgical était très majoritairement entrepris par des chirurgiens ORL et non des anesthésistes, ce qui ne présage en rien de la capacité de ces derniers à égaler les ORL dans cette approche. En effet sur les 6 abord chirurgicaux pratiqués par un anesthésiste, seuls 2 étaient un succès (33%). De plus, l'abord chirurgical a permis très souvent un accès aux VAS mais cela dans un délai de plus d'une heure dans 11 des 33 cas cités, avec une morbi-mortalité associée très élevée. De même le Dr. Heard, expert Australien ayant participé à plus de 10 000 mises en situation de CICV en laboratoire animal met en garde les sociétés savantes contre la réalisation d'un

abord chirurgical en première intention, pourvoyeur de plus de morbidité et rendant plus difficile le recours à une autre technique en cas d'échec (38). La question reste donc très débattue et la place de l'abord percutané importante (39,40).

L'abord percutané reste l'abord privilégié des anesthésistes de par l'habitude de la technique et le sentiment de moindre risque de saignement et de complication (41). Les anesthésistes ne sont pas habitués à pratiquer de chirurgie ouverte ou même à utiliser un scalpel. Dans une situation d'urgence déjà sous tension, de nombreux experts ainsi que les recommandations 2015 de la DAS évoquent que les anesthésistes pourraient manquer de confiance et retarder la prise de décision avec des conséquences désastreuses (42–44). Une étude de 2014 conduite par Wong *et al.* a ainsi démontré que seulement 18% des anesthésistes oseraient pratiquer une CT chirurgicale en situation de CICV (45). L'abord percutané est quant à lui bien connu et préféré des anesthésistes de par l'utilisation courante de la méthode de Seldinger pour toute mise en place d'abord veineux central ou artériel (45). Nous avons donc choisi d'étudier en particulier le matériel à disposition pour un abord percutané en cas de CICO avec nécessité d'accès aux VAS et cela en conformité avec le matériel à disposition dans le CHRU de Lille. Tous les kits disponibles sur les chariots d'urgence des blocs opératoires ou des unités de soins intensifs sont des kits percutanés (à canules fines ou larges, avec ou sans ballonnet), il n'est pas proposé de kits chirurgicaux ou de kits 'scalpel-bougie' pour mini-abord chirurgical.

4.4.3 – Canule avec ou sans ballonnet.

Les canules fines sont généralement sans ballonnet, mais dans la catégorie des canules larges un ballonnet peut ou non être présent suivant les modèles. Il existe notamment chez Cook Melker et VBM Quicktrach des kits avec canule large sans

ballonnet. En situation de CICV, l'obstruction des VAS est généralement partielle et peu conduire en l'absence de ballonnet à une fuite d'air lors de l'insufflation, responsable d'une ventilation minute insuffisante voire inexistante. Sulaiman *et al.* ont montré que les canules sans ballonnet (la canule 6 mm ID de Melker) ne permettaient pas la délivrance d'un volume courant suffisant, à l'inverse des canules à ballonnet (Portex 6 mm et Melker 5 mm) avec respectivement pour les trois un volume courant moyen de 19, 446 et 436 ml, $p < 0.001$ (41). La DAS recommande d'ailleurs d'utiliser des canules à ballonnet (6). Cette fuite partielle de gaz insufflé est d'autant plus importante que les VAS sont libres mais également que la compliance pulmonaire est basse, ce qui est généralement le cas en cas d'obésité et d'obésité morbide. Ainsi si l'utilisation de canules sans ballonnet semble non adéquate dans la prise en charge des CICV, elle l'est encore moins chez l'obèse. Pour finir, à l'exception de Melker qui propose des canules sans ballonnet de longueur utile de 75 et 80 mm, tous les autres kits ont une longueur utile maximale de 42 mm, bien inférieure au critère de jugement principal de notre étude (46).

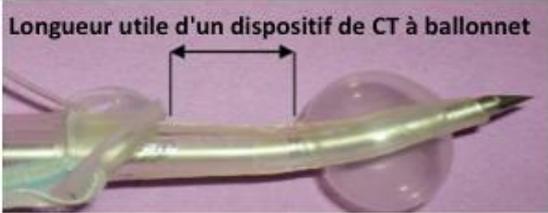
4.4.4 – Choix des canules larges à ballonnet par abord percutané.

Nous prendrons donc dans notre étude le parti de nous intéresser tout particulièrement aux canules larges à ballonnet et à l'abord percutané. En effet les canules larges à ballonnet permettent d'assurer une ventilation minute adaptée par l'utilisation d'ambu-bag ou de respirateurs classiques à basse pression et l'abord percutané est la voie la plus utilisée par les anesthésistes.

Le tableau de la figure 8 résume les caractéristiques des dispositifs de CT percutanée (CT-P) à ballonnet du marché. La longueur utile correspond à la distance séparant la collerette de la partie supérieure du ballonnet. Il s'agit de la longueur

disponible pour traverser l'épaisseur cutanéograsseuse pré-MCT. Les longueurs utiles varient de 28 mm (Quicktrach[®]), à 80 mm (Surgicric[®]). (47)

	Longueur (mm)	
	Totale	Utile
Quicktrach II [®] (Ø 4mm)	63	28
Melker [®] (Ø 5mm)	90	50
Portex Cricothyrotomy Kit [®] (Ø 6mm)	90	48
Surgicric III [®] (Ø 6mm)	110	80



Longueur utile d'un dispositif de CT à ballonnet

Figure 8. Caractéristiques des dispositifs de CT à ballonnet (47)

Ainsi 3 des 4 dispositifs du marché possèdent une longueur utile inférieure ou égale à 50mm. Nous noterons également que le CHRU de Lille ne dispose que du dispositif à ballonnet de Melker[®] de longueur utile maximale de 50mm.

4. Objectif de l'étude

L'objectif préliminaire de notre étude était d'étudier la présence d'une relation entre IMC et DPM chez les patients obèses et en surpoids. En cas de corrélation, comme nous le supposons, notre objectif principal était de déterminer l'IMC seuil le plus corrélé à une DPM > 50 mm, incompatible avec la majorité des dispositifs. L'objectif secondaire était d'évaluer la répartition de la DPM en fonction de l'IMC selon le sexe.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Nous avons réalisé une étude observationnelle, rétrospective, mono-centrique, au sein de la Clinique d'ORL et de Chirurgie Cervico-faciale du CHRU de Lille sur une période de 8 ans, du 1 janvier 2011 au 31 décembre 2018. Conformément à la loi française en vigueur, le recueil du consentement des patients n'a pas été nécessaire pour la réalisation de cette étude mais une déclaration auprès de la CNIL et du Délégué de protection des données du CHR de Lille a été effectuée.

Tous les patients durant cette période et respectant les critères d'inclusion suivants ont été inclus :

- $IMC \geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$ (surpoids et obésité modérée à morbide)
- Consultation d'anesthésie sur le logiciel DIANE[®], service d'ORL
- Tomodensitométrie cervicale (TDMc) réalisée au sein du CHRU de Lille
- Absence de critère d'exclusion

Les critères d'exclusion comprenaient :

- Patients dont l'intitulé d'intervention ne nécessitait pas la réalisation d'une
- Patients n'ayant pas bénéficié d'une TDM cervicale. (et ce même en présence d'une IRM cervicale ou d'une TEP pour éviter un biais d'interprétation) ou TDM cervicale datant de plus d'un an.
- Modification des rapports anatomiques normaux, spécifiques au patient, en particulier les patients ayant bénéficié au préalable d'une laryngectomie ou d'une trachéotomie et ceux présentant une infiltration des tissus proches de la zone de

réalisation d'une CT, que cette infiltration soit manifeste ou supposée sur le scanner et/ou par une mesure inhabituellement élevée de DPM conduisant à la lecture du compte-rendu radiologique avec mise en évidence d'infiltration.

Les données ont été extraites avec le logiciel DIANE[®] (**D**ossier **I**nformatisé d'**A**NEsthésie, édité par la société Bow Médical), utilisé pour collecter et enregistrer les données de la consultation pré-anesthésique, de la prise en charge au bloc opératoire et en salle de surveillance post-opératoire. Les données recueillies étaient le sexe, l'âge, l'année, le poids, la taille et l'IMC.

La lecture de chaque TDM cervicale et la mesure de la DPM ont été effectuées par le même opérateur. L'apprentissage du logiciel de radiologie et de repérage de la zone de mesure a été réalisé sur une demi-journée, en présence d'un neuroradiologue senior. Après apprentissage, la mesure de 10 DPM par l'opérateur a été effectuée, puis contrôlée et validée par un second neuroradiologue senior avec un pourcentage d'écart toujours inférieur à 10%.

Les TDMc ont été interprétées avec le logiciel Phillips Intellispace PACS Enterprise[®] en mode MPR (reconstructions multiplanaires) qui permet une analyse simultanée au travers de coupes axiales, frontales et sagittales. La séquence ouverte était la séquence respiratoire, en coupes fines. La MCT a été localisée entre le bord antéro-inférieur du cartilage thyroïde et le bord antéro-supérieur du cartilage cricoïde. La distance cutanéograsseuse en regard de la MCT a été mesurée en millimètres à l'aide de l'outil « mesure » du logiciel sur une coupe axiale après alignement dans les trois plans de l'espace. La mesure s'effectuait toujours perpendiculairement à l'axe des épineuses.



Figure 9. Exemple de méthodologie de la mesure de la DPM

Une correction majorant la DPM d'un facteur 1,15 a été effectuée sur les DPM mesurées afin d'ajuster ces mesures dans le plan axial selon un angle de 30°, conformément aux recommandations de bonne pratique d'une CT (28,48–51).

Afin d'évaluer la reproductibilité des mesures, une seconde mesure en aveugle de la DPM sur un échantillon de 50 patients randomisés grâce à la fonction 'alea()' d'Excel a également été effectuée par l'opérateur en fin d'inclusion.

Le critère de jugement principal était la mise en évidence d'une DPM > 50mm.

L'analyse statistique a été réalisée en collaboration avec l'équipe de biostatistiques de la Maison Régionale de la Recherche Clinique du CHU de Lille. Les données qualitatives ont été présentées en effectif et en pourcentage et les données quantitatives ont été exprimées par la moyenne et l'écart-type et/ou la

médiane et l'intervalle interquartile. Pour chaque variable (âge, sexe, année d'examen, taille, poids, IMC et DPM), une analyse univariée a été réalisée. Des tests non-paramétriques ont été utilisés pour l'étude des DPM en raison de la non normalité de la distribution des données vérifiée par le test de Shapiro-Wilk.

Un test d'analyse de variance de Kruskal Wallis a comparé les moyennes des différents groupes d'IMC. Si une différence significative existait, les différences de rangs des variables quantitatives DPM étaient comparées 2 à 2 entre chacun des groupes d'IMC par des tests de Rangs Signés de Wilcoxon et correction de Bonferroni. La relation entre IMC et DPM a été étudiée par une analyse bi-variée en utilisant le coefficient de corrélation de Spearman. Pour étudier le lien entre la DPM et l'IMC, avec ajustement sur le sexe, un modèle linéaire mixte a été utilisé. L'adéquation du modèle a été vérifiée à l'aide des résidus conditionnels studentisés.

Pour finir, nous avons réalisé une analyse ROC (Receiving Operator Characteristic) selon un modèle de régression logistique binaire afin d'étudier l'IMC selon que les patients répondaient ou non au critère de jugement principal, et la courbe ROC correspondante a été générée. Le seuil optimal permettant de discriminer une DPM > 50mm a été déterminé en maximisant l'index de Youden. La sensibilité et la spécificité ont été calculées.

Le seuil de significativité retenu a été fixé à 5%. L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel SAS, version 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, USA).

III. RÉSULTATS

Un total de 901 patients en surpoids ou en obésité a été inclus. Les différentes étapes du processus d'inclusion sont présentées dans la figure 9.

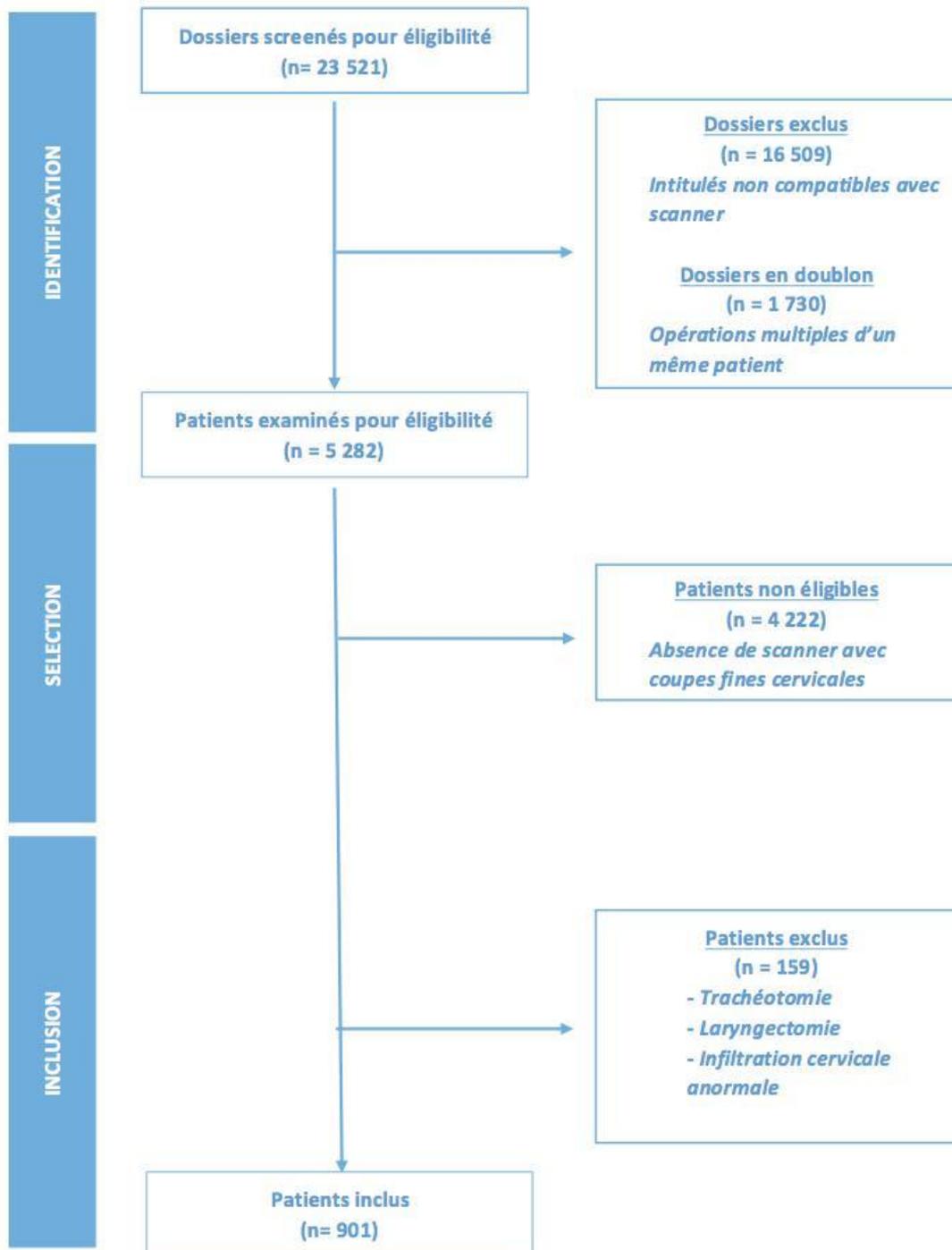


Figure 9. Flow chart

Les patients étaient âgés de 17 à 91 ans, mesuraient entre 135 et 192 cm et pesaient entre 58 et 207 Kg. Leurs caractéristiques démographiques sont résumées dans le tableau I. La répartition des patients selon l'année de collecte (Figure 10) semblait uniforme. La moitié des patients était en surpoids et l'autre moitié présentait une obésité modérée, sévère à morbide (Figure 11).

Tableau I : Caractéristiques principales des patients

	Moyenne	Ecart-type
Age (ans)	59,9	11,9
Poids (kg)	90,1	16,1
Taille (cm)	170,9	8,6
IMC (kg/m²)	30,8	4,9
<i>Surpoids</i>	27,2	1,4
<i>Obésité modérée</i>	31,9	1,4
<i>Obésité sévère</i>	36,9	1,4
<i>Obésité morbide</i>	43,9	4,7
<i>Obésité sévère et morbide</i>	39,2	4,4
DPM (mm)	21,2	9,7
<i>Surpoids</i>	16,5	6,1
<i>Obésité modérée</i>	23,0	7,8
<i>Obésité sévère</i>	28,9	9,6
<i>Obésité morbide</i>	36,6	14,9
<i>Obésité sévère et morbide</i>	31,4	12,1

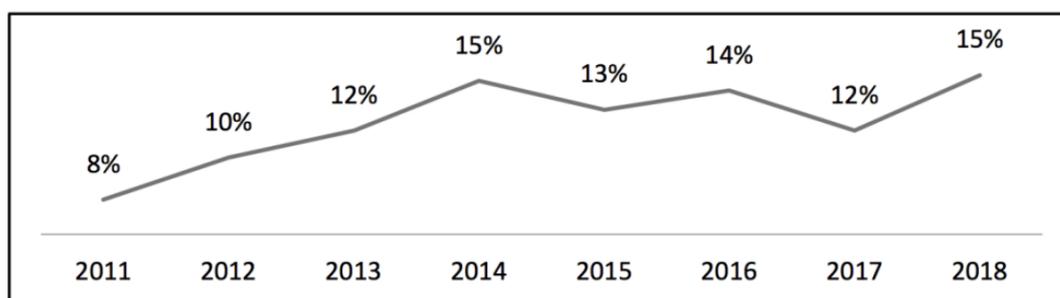


Figure 10. Répartition des patients selon l'année d'observation

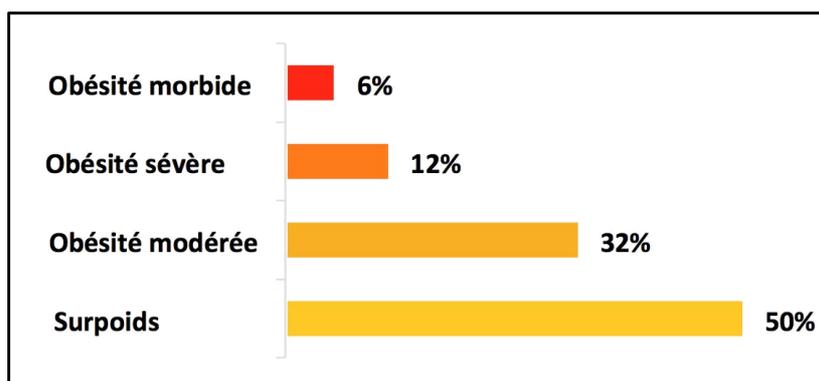


Figure 11. Répartition des patients selon leur niveau de surpoids

La distribution générale des DPM était hétérogène, avec une moyenne 21,1 mm et un écart type de 10 mm. L'analyse en sous-groupes avec ajustement sur le sexe montre que la DPM est identique dans les deux sexes ($p = 0,202$), ce qui est schématisé figure 12 et tableau II, et validé dans chaque sous groupe d'IMC par un modèle linéaire mixte vérifié à l'aide des résidus conditionnels studentisés ($p < 0,001$).

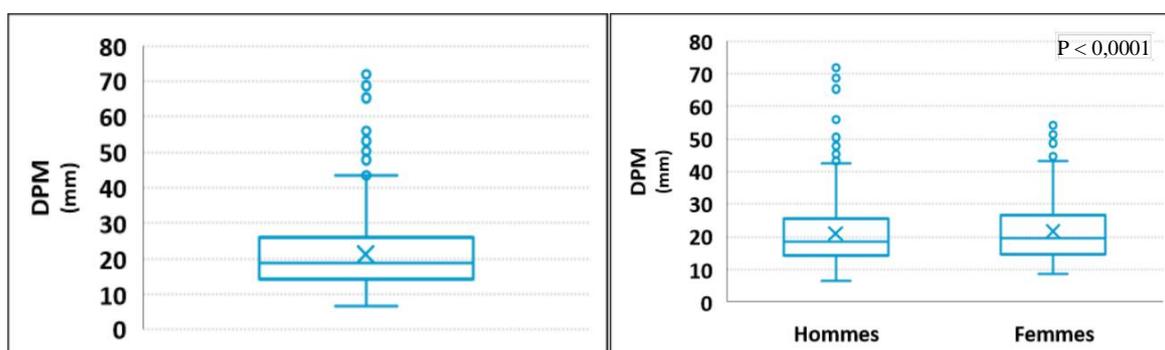


Figure 12. Distribution des DPM

Tableau II : Analyse en sous groupes suivant le sexe

	Effectif		IMC		DPM	
	Nombre	%	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Hommes	667	74%	30,49	4,7	20,97	9,76
Femmes	234	26%	31,7	5,25	21,67	9,43

Les caractéristiques démographiques des différents groupes d'IMC ainsi que les analyses uni- et bi-variées de l'IMC et de la DPM sont résumées dans le tableau I et

les figures 13 et 14. Il y avait 455 patients en surpoids avec une DPM moyenne de 16,5 mm +/- 6,1 mm, 292 patients en obésité modérée avec une DPM moyenne de 23,0 mm +/- 7,8 mm, 104 patients en obésité sévère avec une DPM moyenne de 28,9 mm +/- 9,6 mm et 50 patients en obésité morbide avec une DPM moyenne de 36,6 mm +/- 14,9 mm. Il existe une différence significative de DPM entre les 4 groupes d'IMC, (χ^2 de Kruskal-Wallis = 298,9 p < 0.0001). La comparaison 2 à 2 de chaque groupe d'IMC par le test non paramétrique des rangs signés de Wilcoxon pour échantillons appariés met en évidence une différence significative de DPM entre chaque groupe d'IMC (tous p < 0,0001 – Table I).

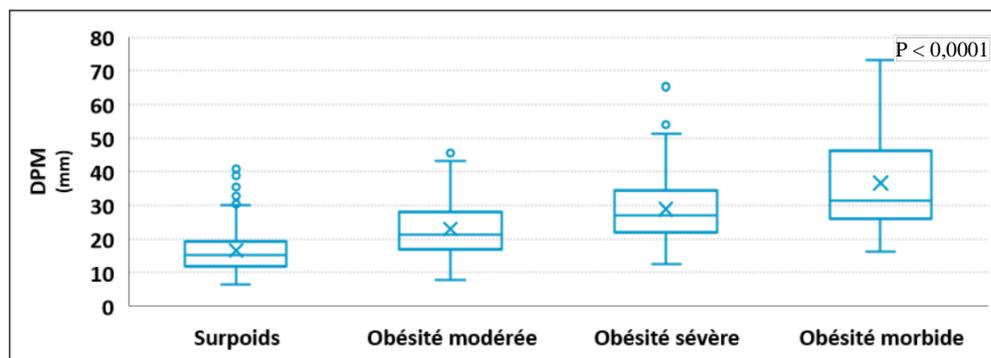


Figure 13. Distribution des DPM selon la catégorie d'IMC

Table I : Table de Comparaison de DPM par sous-groupe d'IMC

Sous-groupes d'IMC (kg.m-2)	Kruskal-Wallis Test		Test des rangs signés de Wilcoxon pour la Variable DPM
	χ^2	p-value	p-value
25 - 30 VS 30-35	144	<.0001	0.0001
25 - 30 VS 35-40	148,2	<.0001	0.0001
25 - 30 VS > 40	102,2	<.0001	0.0001
30-35 VS 35-40	31,2	<.0001	0.0001
30-35 VS > 40	45,8	<.0001	0.0001

La relation entre IMC et DPM approchée par calcul du coefficient de corrélation de Spearman , trouvé à 0,603, p < 0,0001 objective une corrélation forte¹ entre les

¹ En médecine, la corrélation est communément considérée comme parfaite si = 1, très forte si > 0,8, forte si se situe entre 0,6 et 0,8, d'intensité moyenne si se situe entre 0,3 et 0,5, faible si se situe entre 0 et 0.3 et nulle si = 0) (52,53).

deux paramètres (Figure 14). Cette corrélation est retrouvée chez les hommes et les femmes (de Spearman respectivement égaux à 0,603 et 0,596, $p < 0,0001$).

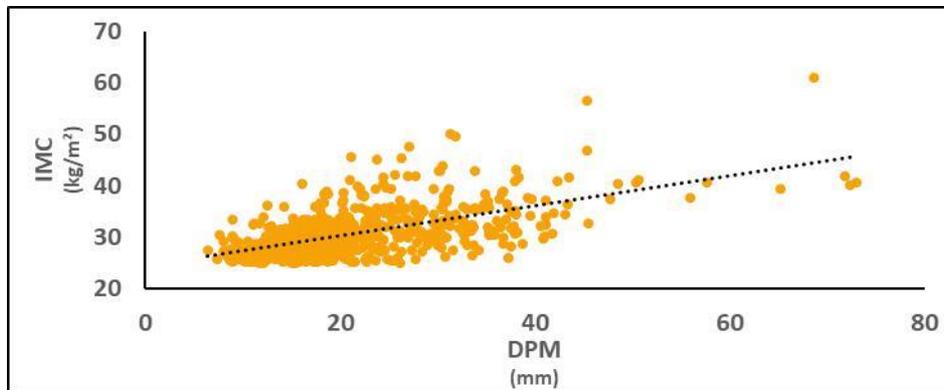


Figure 14. Relation DPM-IMC

L'objectif de l'étude était de rechercher une valeur seuil optimale d'IMC au-delà de laquelle la pratique d'une CT avec un matériel de longueur utile inférieure à 5 cm était dangereuse et donc inadaptée. Ceci a été réalisé à l'aide d'une courbe ROC, basée sur un modèle de régression logistique binaire testant l'hypothèse d'une DPM supérieure à 50 mm. La courbe ROC ainsi générée trouve un seuil d'IMC optimal de $37,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ avec une aire sous la courbe (AUC) de $0,96 \pm 0,008$, $p = 0,05$, une sensibilité (Se) de 1, une spécificité (Sp) de 0,92, une valeur prédictive positive (VPP) de 0,16, une valeur prédictive négative (VPN) de 1, et un indice de Youden maximal à 0,918 (Figure 15).

En fin d'analyse, la DPM a été remesurée sur un échantillon de 50 patients randomisés. L'échantillon comprenait des individus ayant des IMC allant de $27,4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ à $61,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, et la médiane de la DPM des patients sélectionnés était de 27,6 mm. La comparaison des deux mesures est détaillée dans le tableau III. La différence moyenne était de 5,6 %, maximale de 15,6 % et les variations de mesure s'effectuaient dans les deux sens.

Tableau III : Etude de la reproductibilité de la mesure de DPM sur 50 patients

	Moyenne +/- écart-type	Min / Max
Δ DPM (mm)	0,3 +/- 2,1	- 4 / 6,9
Δ DPM / DPM (%)	0 +/- 6,9	-15,6 / 15,3
Δ DPM en valeur absolue (mm)	1,6 +/- 1,4	0 / 6,9
Δ DPM en valeur absolue (mm) / DPM (%)	5,6 +/- 4	0 / 15,6

Δ DPM, représente la différence de DPM entre les deux mesures
 Δ DPM / DPM, représente le pourcentage d'écart par rapport à la première mesure

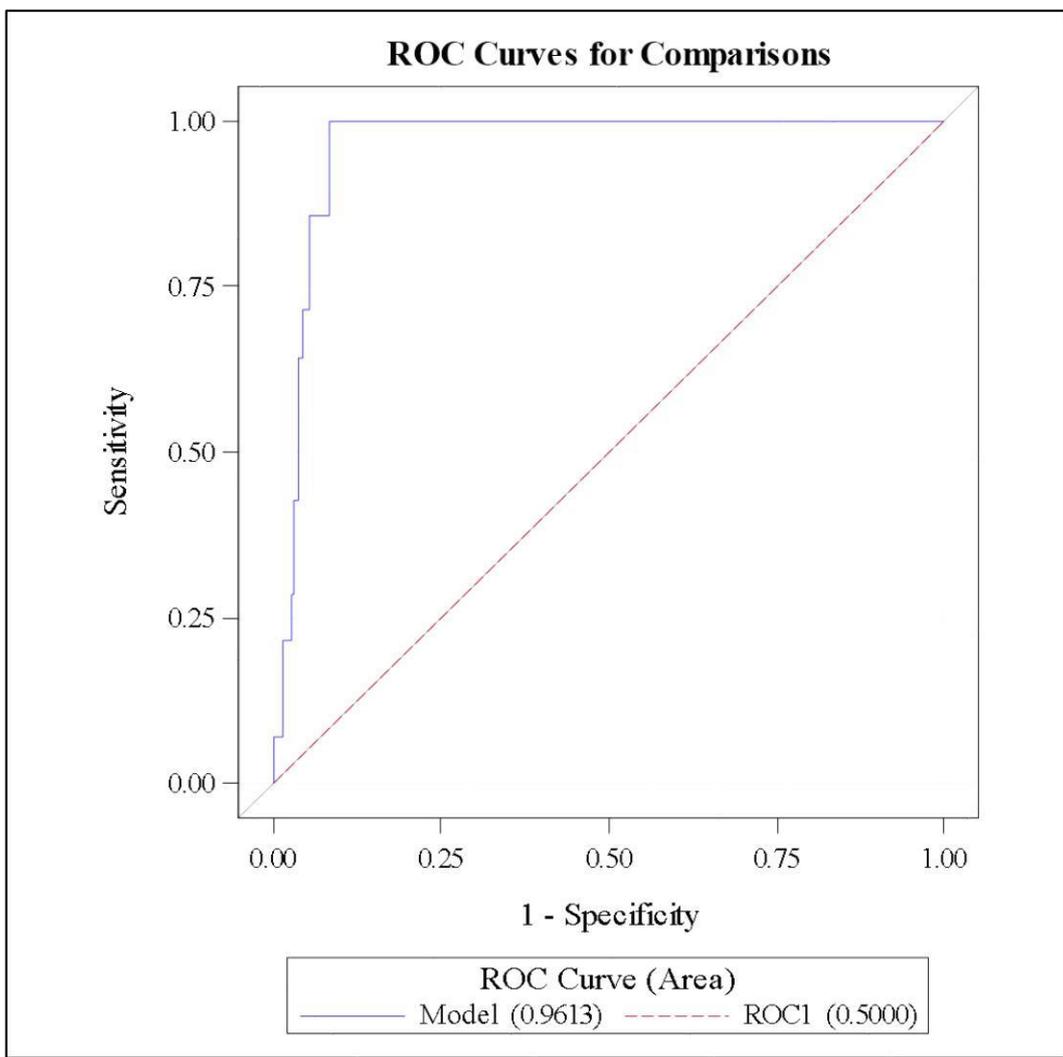


Figure 15 : Courbe ROC du seuil d'IMC maximisant l'indice de Youden d'une DPM > 50mm

IV. DISCUSSION

Notre étude a principalement mis en évidence une corrélation forte entre IMC et DPM, (Spearman) = 0,603, $p < 0,0001$, indépendante du sexe. De plus, un seuil d'IMC de $37,5 \text{ kg.m}^{-2}$ a été identifié comme fortement prédictif d'une DPM de plus de 50 mm, incompatible avec la majorité des dispositifs de CT.

1. Validité des mesures et des

résultats 1.1 *Outil de mesure*

Le scanner est reconnu comme le Gold Standard notamment pour les mesures des voies aériennes et du cou (54,55). C'est une excellente méthode d'affichage de l'anatomie en coupe transversale de la trachée avec des mesures plus précises des parties internes de la trachée que d'autres modalités d'imagerie (56,57).

La DPM et la MCT ne sont que peu étudiées dans la littérature. Cette étude se fait le plus souvent par l'utilisation du scanner (généralement également dans les 3 plans de l'espace) (58) ou récemment de l'échographie en comparaison du scanner pris comme référence (59). Les mesures et la comparaison des données effectuées dans cette étude reposent sur l'utilisation du scanner dans trois plans d'analyse différents, ce qui semble donc être adapté.

1.2 *Mesures*

1.2.1 – Validité interne :

A / Pertinence des mesures :

L'apprentissage de l'utilisation du logiciel de radiologie et de repérage de la zone d'intérêt a été réalisé à la console de Neuro-Radiologie du CHRU de Lille, en présence de l'opérateur et d'un neuroradiologue senior. Après apprentissage, la qualité de la mesure de l'opérateur a été validée sur un échantillon de 10 patients par

un second neuroradiologue senior, avec un pourcentage d'écart toujours inférieur à 10%.

Notre étude repose sur les résultats d'une étude princeps réalisée en 2017 par le Dr MENG dans des conditions similaires et sur laquelle nous nous sommes appuyés. Celle-ci retrouvait déjà l'existence d'une corrélation entre l'IMC et la DPM, bien qu'elle soit avec un r à 0,3, $p < 0,05$. Cette étude portait sur 202 patients ayant un $IMC > 30 \text{ kg.m}^{-2}$ et différait donc de notre population d'étude par l'absence de patient en surpoids. Néanmoins, dès un IMC supérieur à 31 kg.m^{-2} , soit quasiment le seuil d'inclusion, certains patients dépassaient les 45 mm de DPM. Le risque de méconnaître des patients ayant une $DPM > 50 \text{ mm}$ faute de les avoir inclus, justifie notre choix de critère d'inclusion à partir d'un $IMC > 25 \text{ kg.m}^{-2}$ et non 30 kg.m^{-2} .

Les recommandations des sociétés savantes françaises comme la SRLF ou la SFAR, au même titre que les recommandations internationales représentées en la matière par la DAS, préconisent le recours à la CT en cas de nécessité mais ne détaillent pas les modalités de sa pratique, du moins par abord percutané. La lecture d'ouvrages de référence ou d'enseignements académiques reconnus nous a permis de conclure que, lors de la réalisation d'une CT-P il est préconisé d'introduire l'aiguille de ponction avec un angle de 30 à 45° en direction caudale (28,48–51). De même la notice des kits Melker[®], par exemple, invite à la même pratique.

Ceci rappelle d'ailleurs la technique percutanée de cathétérisme pour voie artérielle ou veineuse centrale. Le risque de transfixier la trachée ou de léser sa paroi postérieure est ainsi amoindri et il est en de même pour le risque de couder le guide au retrait de l'aiguille ou à l'insertion de la canule (60,61).

Pour finir, sans expliciter la technique, la DAS utilise comme principale référence à la CT percutanée (CT-P) un article de Melker JS dont l'illustration laisse sous-entendre que la ponction cutanée se pratique à un angle de 30 à 45° en direction caudale.(30) (Figure 16).

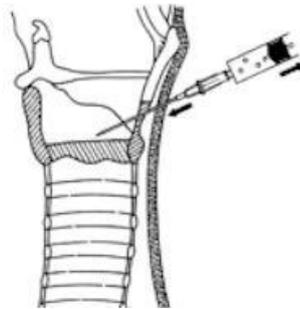


Figure 16 : Cricothyroïdotomie percutanée (30)

Nous avons donc pris le parti de suivre ces recommandations et d'ajuster la DPM mesurée au scanner selon un angle de 30°, correspondant au trajet des canules de CT, et donc à la longueur utile (un angle de 30° modifiant moins la DPM qu'un angle de 45°). Ceci majore la distance peau-membrane mesurée d'un coefficient de 1,15 mais se rapproche plus de la réalité d'exécution d'une CT-P (Figure 17).

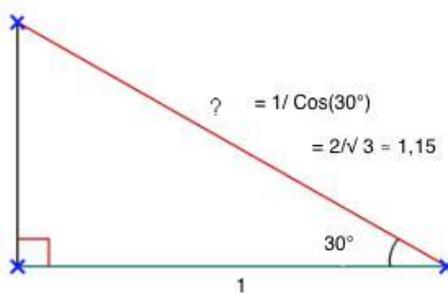


Figure 17 : Approche de la DPM ajustée

B / Biais de sélection :

Notre étude, nécessitant un accès à une TDM avec coupes fines phonatoires, nous a conduit à réaliser nos inclusions au sein de la clinique d'ORL et de Chirurgie

Cervico-faciale du CHRU de Lille. Cet examen a été réalisé le plus souvent dans le cadre de l'exploration d'une pathologie de l'oro-pharyngo-larynx, souvent d'origine néoplasique. Ainsi il existait d'emblée un biais de sélection important dans la population étudiée qui pouvait conduire à une surestimation de la DPM de par la pathologie ORL dès lors qu'elle concernait la zone de la DPM. Par ailleurs, les cancers des VAS se caractérisent généralement par une forte lymphophilie (jusqu'à 30% dans les tumeurs de l'endolarynx et jusqu'à 75% pour la cavité orale, l'oropharynx, l'hypopharynx et le cavum) (62) et justifient fréquemment un curage des aires ganglionnaires, pouvant cette fois-ci conduire à une sous-estimation de la DPM.

C'est pourquoi un critère d'exclusion a été toute modification des rapports anatomiques normaux au niveau de la zone de DPM, comme par exemple la présence d'une infiltration des tissus proche de la zone de réalisation d'une CT (Infiltration manifeste ou supposée sur le scanner et/ou par une mesure inhabituellement élevée de DPM conduisant à la lecture du compte-rendu radiologique avec mise en évidence d'infiltration). Nous limitons ainsi au maximum les biais de sélection mais ne pouvons les exclure.

Par ailleurs, notre population était constituée majoritairement d'hommes (74 %). Cette prédominance masculine, retrouvée dans les différentes sous classes d'IMC, s'explique par le fait que les examens concernaient des pathologies ORL et maxillo-faciales dont près de 75% concernent en France la population masculine (62). Cela pouvait être à l'origine d'un biais de sélection, n'étant pas représentatif de la population générale en surpoids ou obèse. De plus, la répartition des graisses a tendance à se différencier en fonction du sexe avec l'âge, avec une répartition dite

androïde au niveau du haut du corps chez l'homme, et dite gynoïde au niveau du bas du corps chez la femme. Ainsi, la corrélation entre IMC et DPM aurait pu être surévaluée par la majorité masculine de l'étude. Pour pallier ce biais potentiel, nous avons étudié cette relation en sous-groupes vis-à-vis du sexe. En réalité, la surreprésentation des hommes n'influençait pas les résultats et la répartition des DPM était indépendante du sexe des patients. Les valeurs de la moyenne et des quartiles étaient identiques quel que soit le sexe du patient. (Tableau 2 ; Figure 8)

C / Biais inter-observateur :

L'étude princeps comptabilisait 202 mesures de DPM qui auraient pu être utilisées dans notre étude. Néanmoins, de par l'ajout de critères d'exclusion et, dans un souci de minimisation des biais de mesures en s'affranchissant d'une éventuelle variabilité inter-observateur, la lecture de la TDM cervicale et la réalisation de la mesure de la DPM de chaque patient inclus a été nouvellement effectuée pour cette étude par un seul et unique opérateur.

D / Biais intra-observateur :

En fin d'analyse, afin d'évaluer la reproductibilité des mesures effectuées, nous avons effectué une nouvelle mesure de la DPM sur un échantillon de 50 patients sélectionnés au hasard grâce à la fonction `alea()` dans Excel. L'échantillon comprenait des individus ayant des IMC allant de 27,4 kg.m⁻² à 61,2 kg.m⁻², et 50% des patients sélectionnés avait une DPM initialement mesurée supérieure à 27,6 mm. Au total, la différence moyenne retrouvée était de 0,3 +/- 2,1 mm, et la différence moyenne en valeurs absolues était de 1,6 +/- 1,4 mm, correspondant à une différence moyenne de 5,5 % et maximale de 12%. L'existence d'un biais intra-observateur est donc négligeable.

1.2.2 – Cohérence externe :

L'étude princeps du Dr Meng retrouvait déjà l'existence d'une relation en l'IMC et la DPM. Ces résultats antérieurs concordent avec les nôtres, avec une DPM du même ordre de grandeur malgré une population d'étude exclusivement obèse. Dans l'étude de Meng, la DPM moyenne était de 21,6 +/-9 mm chez l'ensemble des sujets, 20,5 +/- 9 mm dans le groupe obèse modéré et 24,5 +/-10,5 mm chez les patients d'IMC > 35 kg.m⁻². Dans la présente étude, ces valeurs sont respectivement de 21,1 +/- 9 mm, 23 +/- 7,7mm et 31,3 +/- 11,3 mm (Tableau 1). Ceci s'explique en partie par une mesure perpendiculaire à l'axe cranio-caudal du patient (et non à 30°) dans l'étude de Meng. De plus les patients obèses étudiés avaient un IMC inférieur à ceux de notre étude ; aucun patient ne dépassait un IMC = 49,5 kg.m⁻², alors que notre étude en comptait 7.

Dans la littérature, la DPM a été peu étudiée et a fortiori il est très rare de trouver de la documentation sur la relation IMC-DPM. Ce concept très récent semble désormais apparaître. En 2013, une étude irlandaise de méthodologie comparable, a été réalisée chez 18 patientes en âge de procréer ayant eu un scanner cervical (23) et un groupe témoin de 22 hommes. La population d'étude n'est pas décrite mais n'est pas limitée aux patients obèses. La DPM a été mesurée après alignement dans les 3 plans de l'espace et était similaire chez les femmes et chez les hommes. Une étude récente publiée en 2018 par Gadd K. *et al.* a comparé cette relation chez 15 parturientes super-obèses (IMC > 45 kg m⁻²) et 15 parturientes d'IMC normal (IMC < 25 kg m⁻²). La méthodologie était différente, reposant sur l'échographie comme outil de mesure, mais l'objectif était comparable au notre. La DPM des parturientes obèses était augmentée de 70% par rapport aux parturientes de poids normal. Nous

n'avons pas mesuré les DPM de patients ayant un IMC $< 25 \text{ kg m}^{-2}$ mais la DPM était augmentée d'un peu moins de 60% entre les patients en surpoids et ceux en obésité morbide, ce qui est cohérent avec les résultats de Gadd (63).

Une autre étude conduite par Ghaffar S. *et al.* au Royaume-Uni, encore plus récente puisqu'elle ne sera publiée dans le *British Journal of Anaesthesia* qu'en Septembre/Octobre 2019, a été présentée dans ses grandes lignes au congrès annuel de la DAS en Novembre 2018. Elle étudie spécifiquement l'effet de l'IMC sur la DPM chez 394 patients consécutifs analysés sur scanner et retrouve une association forte entre les deux (64). Pour finir, une étude prospective est actuellement en cours au Royaume-Uni et prévoit l'inclusion de 1500 patients. Démarrée en 2018, les premiers résultats ne sont pas attendus avant octobre 2020. Le but de cette étude est de rechercher une corrélation entre différents paramètres, en particulier le poids, la taille, l'IMC et la circonférence du cou avec la DPM et de proposer en critère secondaire un score prédictif de DPM à l'aide de ces paramètres (65).

La conduite de notre étude est donc parfaitement justifiée et en accord avec le développement actuel du sujet. Ses résultats sont cohérents avec ceux de la bibliographie récente.

1.2.3 – Pertinence clinique

Nous avons montré en introduction que l'obésité est un problème de santé publique en constante augmentation mondiale, et un facteur de risque indépendant à la fois de VMD et d'ID et donc à fortiori des situations à risque de CICV. Nous avons mis en évidence que certains des dispositifs de CT ne sont pas adaptés aux patients

obèses. En effet, la longueur utile est représentative de la DPM puisqu'il s'agit de la portion du dispositif de CT qui se trouve entre la MCT et la peau.

Or sur les 901 patients, 14 avaient une DPM > 50 mm et auraient été mis à défaut par la majorité des dispositifs de CT (à l'exception du dispositif Surgicric[®]) et la totalité de ceux mis à disposition au CHRU de Lille. Cela représente 1,55% des patients au moins en surpoids et jusqu'à 16% des patients ayant un IMC > 37,5 kg.m⁻². L'issue d'une situation de CICV en échec de CT étant étroitement associée à une morbi-mortalité très élevée, il paraît tout à fait pertinent cliniquement d'étudier un tel phénomène.

2. Autres supports utiles à la CT

Nous nous sommes particulièrement intéressés au matériel à utiliser pour la réalisation d'une CT chez l'obèse, puisque l'utilisation d'un matériel non adapté peut avoir des conséquences désastreuses immédiates. Néanmoins la bonne conduite d'une CT peut, et doit, prendre en compte d'autres facteurs.

Nos résultats montrent que la population obèse présente une augmentation de la graisse pré-cervicale, ce qui pourrait rendre plus difficile le repérage de la localisation de la MCT. De nombreuses études ont étudié la capacité des cliniciens de repérer cliniquement la localisation de la MCT, tant dans la population générale que chez les obèses. Une récente méta-analyse publiée dans l'*American Journal of Emergency Medicine* en 2018 met ainsi en évidence que la localisation de la MCT par palpation est rarement exacte, en particulier chez les patients obèses (66). Ces dernières décennies, l'essor de l'ultra-sonographie dans de multiples domaines de la médecine a permis une nouvelle approche de la localisation de la MCT. Cette même méta-analyse montrait une nette supériorité de l'ultra-sonographie par rapport à la

palpation avec un fort taux de succès en dépit d'une palpation jugée « difficile », voire « impossible », comme fréquemment chez l'obèse et avec un temps de repérage indépendant de l'IMC (66). L'utilisation de l'échographie semble un outil particulièrement adapté à la pratique d'une CT et cela même chez l'obèse, dès lors qu'elle est anticipée. Sa durée de mise en place et d'efficacité de repérage, plus importante d'un facteur 2 à 4 selon les études par rapport à la clinique seule, ne peut à l'heure actuelle conduire les sociétés savantes à la recommander en cas de CT en urgence mais ouvre une voie de recherche, de formation et d'entraînement prometteuse pour améliorer l'efficacité de la réalisation d'une CT en urgence, même chez l'obèse (6).

Par ailleurs, si la CT, de par ses rares indications, est une procédure encore difficile, le développement de son exercice sur simulateur (cadavres humains, animaux ou mannequins) est un véritable atout de perfectionnement. Les études actuelles ne permettent pas de favoriser un type de simulateur par rapport à un autre mais s'accordent sur les avantages qu'ils apportent (67). Une étude française publiée dans *Anesthesiology* comparant à plusieurs reprises sur une année les performances d'une série d'internes ayant bénéficié ou non d'un entraînement par simulation, montrait un net avantage de la simulation tant dans la gestion des situations de CICV que dans la réalisation d'une CT (68). Cette simulation peut en outre améliorer l'approche chez l'obèse par utilisation de mannequins spécifiquement conçus. Une étude américaine de 2015 publiée dans le *British Journal of Anaesthesia* a comparé la pratique d'une CT sur 2 types de mannequins, l'un simulant un patient de corpulence normale et l'autre, modifié, simulant un patient obèse. Alors que le taux de succès de la CT était de 100 % dans le groupe non

modifié, il y avait 40% d'échec sur mannequin modifié. Une simulation adapté au patient obèse semble ainsi bénéfique (69).

Si l'exercice et la simulation semblent un atout majeur dans l'amélioration de la réponse à une situation de CICV, il est important de noter que la SFAR stipule que tous les opérateurs susceptibles d'utiliser la CT doivent impérativement être formés (70), ce qui encourage au développement de tels entraînements tant pour la formation des internes en anesthésie-réanimation que pour celle des seniors.

V. CONCLUSION

En situation de CICV, la CT est la technique de sauvetage ultime recommandée de façon universelle. L'obésité, de par une majoration du risque de VMD et d'ID est en ligne de proue de ces situations à risque. Notre étude a montré une forte corrélation entre l'IMC et la DPM chez les patients obèses et en surpoids, conduisant à rester vigilant sur la longueur minimale des canules de CT à utiliser chez ces patients. Au fil des années, nous avons assisté à un développement du nombre des dispositifs et des techniques, avec entre autres l'apparition des canules à ballonnet Melker[®], Quicktrach[®], PCK[®] et Surgicric[®], sans que l'un ou l'autre n'ait montré sa supériorité de façon unanime tant sur l'efficacité, la rapidité d'exécution ou les complications engendrées. C'est pourquoi les recommandations actuelles encouragent à utiliser des kits dédiés mais laissent à la discrétion des utilisateurs la marque de ces derniers.

Dans notre étude, 14 patients avaient une DPM > 50 mm, soit 16 % des patients ayant un IMC > 37,5 kg/m², et la DPM maximale mesurée était de 73 mm. Trois des quatre dispositifs de CT proposés sur le marché sont alors pris à défaut, et seul le Surgicric[®] a une longueur utile suffisante pour ces patients (longueur utile ajustable de 0 à 80 mm).

Notre étude propose un seuil diagnostique de 37,5 kg/m² permettant de prédire l'inadéquation des principaux kits de CT à la DPM des patients évalués. A la lecture des données de notre travail, nous encourageons donc à la plus grande méfiance lors de la prise en charge d'un patient ayant un IMC > 37,5 kg/m² et avant toute entreprise d'anesthésie, d'envisager le maximum d'options sécuritaires (vérification de matériel Surgicric[®] à disposition, chirurgien ORL à proximité, intubation fibroscopique sous sédation, report d'intervention ...)

L'échographie a montré son intérêt dans la CT programmée et pourrait être utile en situation d'urgence. Elle pourrait aussi permettre d'évaluer la DPM et la localisation de la MCT dans les

cas complexes ou chez les patients avec un IMC $> 37,5 \text{ kg/m}^2$. Dans tous les cas un apprentissage et un entraînement régulier sont recommandés et les simulations sur mannequin, de plus en plus accessibles semblent maintenant incontournables et pourraient spécifiquement s'adresser à la CT chez l'obèse.

VI. BILIOGRAPHIE

1. Bainbridge D, Martin J, Arango M, Cheng D. Perioperative and anaesthetic-related mortality in developed and developing countries: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet*. sept 2012;380(9847):1075-81.
2. Irita K, Kawashima Y, Morita K, Seo N, Iwao Y, Tsuzaki K, et al. [Critical events in the operating room among 1,440,776 patients with ASA PS 1 for elective surgery]. *Masui*. août 2005;54(8):939-48.
3. Cook TM, MacDougall-Davis SR. Complications and failure of airway management. *Br J Anaesth*. déc 2012;109:i68-85.
4. Cook TM, Scott S, Mihai R. Litigation related to airway and respiratory complications of anaesthesia: an analysis of claims against the NHS in England 1995-2007: Litigation related to airway and respiratory complications. *Anaesthesia*. 25 mars 2010;65(6):556-63.
5. Langeron O, Bourgain J-L, Francon D, Amour J, Baillard C, Bouroche G, et al. Intubation difficile et extubation en anesthésie chez l'adulte. *Anesth Réanimation*. nov 2017;3(6):552-71.
6. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth*. déc 2015;115(6):827-48.
7. Colin C. Prise en charge des voies aériennes en anesthésie adulte à l'exception de l'intubation difficile. *Ann Fr Anesth Réanimation*. août 2003;22:3-17.
8. Boisson-Bertrand D, Cros A. Intubation difficile. In: Société française d'anesthésie et de réanimation Conférence d'experts *Ann Fr Anest Réanim*. 1996. p. 207-14.
9. Langeron O, Masso E, Huraux C, Guggiari M, Bianchi A, Coriat P, et al. Prediction of Difficult Mask Ventilation: Anesthesiology. mai 2000;92(5):1229-36.
10. Organisation mondiale de la santé. Global status report on noncommunicable diseases 2014: attaining the nine global noncommunicable diseases targets; a shared responsibility. Geneva: World Health Organization; 2014.
11. Chooi YC, Ding C, Magkos F. The epidemiology of obesity. *Metabolism*. mars 2019;92:6-10.
12. Matta J, Zins M, Feral-Pierssens AL, Carette C, Ozguler A, Goldberg M, et al. Prévalence du surpoids, de l'obésité et des facteurs de risque cardio-métaboliques dans la cohorte Constances. *Bull Epidémiol Hebd*. 2016;35-36:640-6.
13. Verdout C, Torres M, Salanave B, Deschamps V. Corpulence des enfants et des adultes en France métropolitaine en 2015. Résultats de l'étude Esteban et évolution depuis 2006. *Bull Epidémiol Hebd*. 2017;13:234-41.
14. Adnet F, Borron SW, Racine SX, Clemessy J-L, Fournier J-L, Plaisance P, et al. 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.
15. Krage R, van Rijn C, van Groeningen D, Loer SA, Schwarte LA, Schober P. Cormack-Lehane classification revisited. *Br J Anaesth*. août 2010;105(2):220-7.
16. Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia*. nov 1984;39(11):1105-11.
17. Burkle CM, Walsh MT, Harrison BA, Curry TB, Rose SH. Airway management after failure to intubate by direct laryngoscopy: outcomes in a large teaching hospital. *Can J Anesth Can Anesth*. juin 2005;52(6):634-40.
18. Cattano D, Panicucci E, Paolicchi A, Forfori F, Giunta F, Hagberg C. Risk Factors Assessment of the Difficult Airway: An Italian Survey of 1956 Patients: *Anesth Analg*. déc 2004;1774-9.
19. Nagaro T, Yorozuya T, Sotani M, Adachi N, Tabo E, Arai T, et al. Survey of patients whose lungs could not be ventilated and whose trachea could not be intubated in university hospitals in Japan. *J Anesth*. 1 nov 2003;17(4):232-40.
20. Sakles JC, Laurin EG, Rantapaa AA, Panacek EA. Airway Management in the Emergency

- Department: A One-Year Study of 610 Tracheal Intubations. *Ann Emerg Med.* mars 1998;31(3):325-32.
21. Graham CA. Rapid sequence intubation in Scottish urban emergency departments. *Emerg Med J.* 1 janv 2003;20(1):3-5.
 22. Bair AE, Filbin MR, Kulkarni RG, Walls RM. The failed intubation attempt in the emergency department: analysis of prevalence, rescue techniques, and personnel. *J Emerg Med.* août 2002;23(2):131-40.
 23. Chang RS, Hamilton RJ, Carter WA. Declining rate of cricothyrotomy in trauma patients with an emergency medicine residency: implications for skills training. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med.* mars 1998;5(3):247-51.
 24. Spait DW, Joseph M. Preshospital cricothyrotomy: An investigation of indications, technique, complications, and patient outcome. *Ann Emerg Med.* mars 1990;19(3):279-85.
 25. 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.
 26. Mace SE. Cricothyrotomy. *J Emerg Med.* juill 1988;6(4):309-19.
 27. Meyer T, Patel S. Surgical Airway. *Int J Crit Illn Inj Sci.* 2014;4(1):71.
 28. Fagan J. Cricothyroidotomy & needle cricothyroidotomy. *Open Access Atlas Otolaryngol Head Neck Oper Surg.* :10.
 29. Gray H, Lewis WH. *Anatomy of the human body.* New York: Philadelphia: Lea & Febiger; 1918.
 30. Melker JS, Gabrielli A. Melker Cricothyrotomy Kit: An Alternative to the Surgical Technique. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* juill 2005;114(7):525-8.
 31. Becker DE, Haas DA. Recognition and Management of Complications During Moderate and Deep Sedation Part 1: Respiratory Considerations. *Anesth Prog.* juin 2011;58(2):82-92.
 32. Ryder IG, Paoloni CCE, Harle CC. Emergency transtracheal ventilation: assessment of breathing systems chosen by anaesthetists. *Anaesthesia.* août 1996;51(8):764-8.
 33. Duggan LV, Ballantyne Scott B, Law JA, Morris IR, Murphy MF, Griesdale DE. Transtracheal jet ventilation in the 'can't intubate can't oxygenate' emergency: a systematic review. *Br J Anaesth.* sept 2016;117:i28-38.
 34. Ezri T, Szmuk P, Warters RD, Katz J, Hagberg CA. Difficult airway management practice patterns among anesthesiologists practicing in the United States: have we made any progress? *J Clin Anesth.* sept 2003;15(6):418-22.
 35. Lefevre L. Thèse de médecine. Université Victor Segalen Bordeaux 2; 2007.
 36. Langvad S, Hyldmo P, Nakstad A, Vist G, Sandberg M. Emergency cricothyrotomy – a systematic review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2013;21(1):43.
 37. Cook TM, Woodall N, Frerk C. 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.
 38. Heard A, Dinsmore J, Douglas S, Lacquiere D. Plan D: cannula first, or scalpel only? *Br J Anaesth.* oct 2016;117(4):533-5.
 39. Greenland KB, Bradley WPL, Chapman GA, Goulding G, Irwin MG. Emergency front-of-neck access: scalpel or cannula' and the parable of Buridan's ass. *Br J Anaesth.* juin 2017;118(6):811-4.
 40. Cook TM. Strategies for the prevention of airway complications - a narrative review. *Anaesthesia.* janv 2018;73(1):93-111.
 41. Sulaiman L, Tighe SQM, Nelson RA. Surgical vs wire-guided cricothyroidotomy: a randomised crossover study of cuffed and uncuffed tracheal tube insertion. *Anaesthesia.* juin 2006;61(6):565-70.
 42. Heard A. Percutaneous Emergency Oxygenation in the Can't Intubate, Can't Oxygenate scenario. *Smashwords Edition;* 2013.
 43. Timmermann A, Chrimes N, Hagberg CA. Need to consider human factors when determining first-line technique for emergency front-of-neck access. *Br J Anaesth.* juill 2016;117(1):5-7.
 44. Henderson MA. Front-of-neck access: a practical viewpoint, from experience. *Br J Anaesth.* mars 2017;118(3):468.

45. Wong DT, Mehta A, Tam AD, Yau B, Wong J. A survey of Canadian anesthesiologists' preferences in difficult intubation and "cannot intubate, cannot ventilate" situations. *Can J Anesth Can Anesth.* août 2014;61(8):717-26.
46. Patel B, Frerk C. Large-bore cricothyroidotomy devices. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain.* sept 2008;8(5):157-60.
47. Meng H, Kits de cricothyroïdotomie : sont-ils adaptés aux patients obèses ? , Doctorat d' Anesthésie Réanimation. Faculté de Médecine Henri Warembourg, Université de Lille 2; 2017.
48. McKenna P, Morley EJ. Cricothyrotomy (Cricothyroidotomy). In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2019 [cité 13 août 2019]. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537350/>
49. Bonz JW. Percutaneous Cricothyrotomy. In: JOVE - science-education [Internet]. Disponible sur: <https://www.jove.com/science-education/10239/percutaneous-cricothyrotomy>
50. Nutbeam T, Boylan M, éditeurs. ABC of prehospital emergency medicine. Chichester, West Sussex, UK: Wiley Blackwell, BMJ Books; 2013. 215 p. (ABC series).
51. Booth PW, Eppley B, Schmelzeisen R. Maxillofacial Trauma and Esthetic Facial Reconstruction [Internet]. London: Elsevier Health Sciences; 2011 [cité 13 août 2019]. Disponible sur: <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5184709>
52. Chan YH. Biostatistics 104: correlational analysis. *Singapore Med J.* déc 2003;44(12):614-9.
53. Akoglu H. User's guide to correlation coefficients. *Turk J Emerg Med.* sept 2018;18(3):91-3.
54. Reinhardt JM, D' Souza N, Hoffman EA. Accurate measurement of intrathoracic airways. *IEEE Trans Med Imaging.* déc 1997;16(6):820-7.
55. Wani T, Bissonnette B, Rafiq M, Moore-Clingenpeel M, Al Sohaibani M, Tobias J. Cricoid ring: Shape, size, and variability in infants and children. *Saudi J Anaesth.* 2017;11(2):203.
56. Effmann EL, Fram EK, Vock P, Kirks DR. Tracheal cross-sectional area in children: CT determination. *Radiology.* oct 1983;149(1):137-40.
57. Griscom NT. Computed tomographic determination of tracheal dimensions in children and adolescents. *Radiology.* nov 1982;145(2):361-4.
58. Long N, Ng S, Donnelly G, Owens M, McNicholas M, McCarthy K, et al. Anatomical characterisation of the cricothyroid membrane in females of childbearing age using computed tomography. *Int J Obstet Anesth.* févr 2014;23(1):29-34.
59. Siddiqui N, Yu E, Boulis S, You-Ten KE. Ultrasound Is Superior to Palpation in Identifying the Cricothyroid Membrane in Subjects with Poorly Defined Neck Landmarks: A Randomized Clinical Trial. *Anesthesiology.* déc 2018;129(6):1132-9.
60. Hebbard PD, Ul Hassan I, Bourke EK. Cricothyroidotomy catheters: an investigation of mechanisms of failure and the effect of a novel intracatheter stylet. *Anaesthesia.* janv 2016;71(1):39-43.
61. Sdrales L, Benumof JL. Prevention of Kinking of a Percutaneous Transtracheal Intravenous Catheter: *Anesthesiology.* janv 1995;82(1):288-91.
62. Saint Guily J, Reyt E. *Actualités Et Innovations En Cancérologie Des Voies Aérodigestives Supérieures - Rapport SFORL 2015.* Elsevier Masson; 2015. 352 p.
63. Gadd K, Wills K, Harle R, Terblanche N. Relationship between severe obesity and depth to the cricothyroid membrane in third-trimester non-labouring parturients: a prospective observational study. *Br J Anaesth.* mai 2018;120(5):1033-9.
64. Ghaffar S, Blankenstein T, Patel D, Theodosiou C, Griffith D. Quantification of the effect of body mass index on cricothyroid membrane depth: a cross-sectional analysis of clinical computed tomography images. *Br J Anaesth.* sept 2019;123(3):e448-9.
65. Mendonca C. Scoring System to Predict Depth of Cricothyroid Membrane. Univ Hosp Coventry Warwicks NHS Trust [Internet]. Recruiting - Not Published Yet; Disponible sur: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT03656315>
66. Alerhand S. Ultrasound for identifying the cricothyroid membrane prior to the anticipated difficult airway. *Am J Emerg Med.* nov 2018;36(11):2078-84.

67. You-Ten KE, Bould MD, Friedman Z, Riem N, Sydor D, Boet S. Cricothyrotomy training increases adherence to the ASA difficult airway algorithm in a simulated crisis: a randomized controlled trial. *Can J Anesth Can Anesth.* mai 2015;62(5):485-94.
68. Hubert V, Duwat A, Deransy R, Mahjoub Y, Dupont H. Effect of Simulation Training on Compliance with Difficult Airway Management Algorithms, Technical Ability, and Skills Retention for Emergency Cricothyrotomy: *Anesthesiology.* avr 2014;120(4):999-1008.
69. Howes TE, Lobo CA, Kelly FE, Cook TM. Rescuing the obese or burned airway: are conventional training manikins adequate? A simulation study. *Br J Anaesth.* janv 2015;114(1):136-42.
70. Cros A-M. Réactualisation de la conférence d'experts sur l'intubation difficile : et après ? *Ann Fr Anesth Réanimation.* janv 2008;27(1):1-2.

AUTEUR : Nom : DELORON

Prénom : Thomas

Date de soutenance : 18 Octobre 2019

**Titre de la thèse : Faisabilité de la cricothyroïdectomie en urgence chez l'obèse :
Etude rétrospective Lilloise sur 8 ans.**

Thèse - Médecine - Lille 2019

Cadre de classement : Anesthésie

DES + spécialité : Anesthésie-Réanimation

Mots-clés : Cricothyroïdectomie, obésité, distance peau-membrane cricothyroïdienne.

Résumé :

Introduction. De nombreuses études montrent que l'obésité s'accompagne d'un risque accru d'impossibilité d'intubation et de ventilation et, de fait, d'indication de cricothyroïdectomie (CT) en urgence. Il est important de savoir si les kits de CT disponibles (Quicktrach[®], Melker[®], Portex[®], Surgicric[®]), courts par nature, sont utilisables chez l'obèse et jusqu'à quel indice de masse corporelle (IMC).

Patients et méthodes. Etude rétrospective observationnelle monocentrique Lilloise, dans laquelle 901 patients d'IMC ≥ 25 kg.m⁻², ayant bénéficié d'une tomodensitométrie cervicale ont été inclus du 01/01/2011 au 30/12/2018. Etaient analysés âge, année, sexe, IMC et distance peau-membrane cricothyroïdienne (DPM) après mesure en coupe axiale sur scanner et étudiée la relation entre IMC et DPM. Le critère de jugement principal testait la faisabilité d'une cricothyroïdectomie dans une population avec un IMC ≥ 25 kg.m⁻² et, en son absence (DPM > 50 mm), une valeur IMC seuil au-delà de laquelle de nombreux kits de CT étaient inadaptés.

Résultats. 901 patients d'IMC ≥ 25 kg.m⁻². Une corrélation forte entre IMC et DPM, ρ (Spearman) = 0,603, $p < 0,0001$, indépendante du sexe est mise en évidence. DPM moyenne 21,1 +/- 9 mm, IMC moyen 30,8 +/- 5 kg.m⁻². Quatorze patients avaient une DPM > 50 mm, incompatible avec la majorité des dispositifs, soit 16% des patients avec IMC > 37,5 kg.m⁻². Un IMC seuil = 37,5 kg.m⁻² prédit une DPM > 50 mm (courbe ROC : AUC = 0,96 +/- 0,008, $\alpha = 0,05$, Se = 1, Sp = 0,92, VPP = 0,16 et VPN = 1, youden = 0,918).

Conclusion. Une corrélation forte existe entre IMC-DPM. Les principaux kits de cricothyroïdectomie ne sont pas adaptés à l'obèse, notamment chez les patients ayant un IMC > 37,5 kg.m⁻². Envisager CT avec Surgicric[®] ou alternative en amont dans ce cas.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur Benoît TAVERNIER

**Asseseurs : Monsieur le Professeur Dominique CHEVALIER
Monsieur le Professeur Gilles LEBUFFE**

Directeur de thèse : Madame le Docteur MENG Hélène