



UNIVERSITE LILLE 2 DROIT ET SANTE
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG

Année : 2016

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE

**FAISABILITÉ D'UNE MÉTHODE ÉCHOGRAPHIQUE DANS LA
VÉRIFICATION DU BON POSITIONNEMENT DE LA SONDE
D'INTUBATION AU DÉCOURS D'UNE INTUBATION ORO-
TRACHÉALE AU S.A.U.**

Présentée et soutenue publiquement le 10 Mars 2016 à 14h00
Au Pôle Formation
Par Maud ALGLAVE

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Eric WIEL

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Eric KIPNIS

Monsieur le Docteur Jean-Marie RENARD

Monsieur le Docteur Alain-Eric DUBART

Directeur de Thèse :

Monsieur le Docteur Alain-Eric DUBART

Avertissement

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

Liste des abréviations

SAU	Service d'Accueil des Urgences
SAUV	Salle d'Accueil des Urgences Vitales
IOT	Intubation Oro-Trachéale
SI	Sonde d'Intubation
ETP	Echographie Trachéale et Pulmonaire
ETCO ₂	Concentrations en dioxyde de carbone en fin d'expiration
PETCO ₂	Pression en dioxyde de carbone en fin d'expiration (= ETCO ₂)
CO ₂	Dioxyde de Carbone
P _a CO ₂	Pression partielle en CO ₂ dans le sang artériel
P _A CO ₂	Pression partielle en dioxyde de carbone au niveau alvéolaire
mmHg	Millimètre de mercure
VPP	Valeur Prédictive Positive
VPN	Valeur Prédictive Négative
BPCO	Bronchopneumopathie Chronique Obstructive
SFAR	Société Française d'Anesthésie et de Réanimation
SFMU	Société Française de Médecine d'Urgence
CIL	Commission de l'Informatique et des Libertés

Table des matières

Résumé	7
Introduction	8
Matériels et méthodes	10
I. OBJECTIFS DE L'ETUDE:	10
II. TYPE D'ETUDE ET CARACTERISTIQUES DES CENTRES PARTICIPANTS	10
III. RECRUTEMENT DE PATIENTS ET INCLUSION	11
IV. EVALUATION DU CRITERE DE JUGEMENT PRINCIPAL : VERIFICATION DE LA POSITION TRACHEALE DE LA SONDE D'INTUBATION	12
A. Évaluation selon la méthode de référence:	12
1. La Capnographie.....	12
2. La Radiographie de thorax.....	14
3. Etablissement du diagnostic de référence	14
B. Evaluation par la méthode échographique ETP	15
1. Echographie trachéale.....	15
2. Echographie pulmonaire.....	16
3. Etablissement du diagnostic par la méthode ETP	18
V. CRITÈRES D'EVALUATION SECONDAIRE	20
VI. RECUEIL DES DONNEES	21
VII. ETHIQUE.....	22
VIII. STATISTIQUES	22
Résultats	23
I. CARACTERISTIQUES DÉMOGRAPHIQUES ET CLINIQUES	23
II. EVALUATION DE LA MÉTHODE DE RÉFÉRENCE	25
III. ÉVALUATION DE LA MÉTHODE ÉCHOGRAPHIQUE ETP	26
IV. ETUDE DES DÉLAIS DE RÉALISATION DE CHAQUE MÉTHODE	26
V. CATÉGORIE DE L'OPÉRATEUR ÉCOGRAPHISTE.....	27
Discussion	28
I. ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES ET RECOMMANDATIONS	28
II. DISCUSSION DES RÉSULTATS	32
III. LIMITES	37
Conclusion	39
Références bibliographiques	40
Annexes	43
Annexe 1 : Fiche de recueil distribuée dans chaque centre	43
Annexe 2 : Déclaration CIL CH Béthune.....	46

RESUME

Contexte: L'intubation oro-trachéale (IOT) réalisée en situation d'urgence est un geste aux conséquences potentiellement désastreuses notamment en cas de méconnaissance d'une intubation oesophagienne. Il est donc impératif de confirmer le placement trachéal de la sonde d'intubation (SI) dans les plus brefs délais. Plusieurs méthodes de vérification existent, mais aucune n'est idéale. La capnographie est actuellement recommandée en France, mais c'est souvent la radiographie thoracique qui est réalisée. Peu de travaux ont étudié l'intérêt d'une méthode échographique simple associant échographie trachéale et pulmonaire dans la vérification du bon placement de la SI.

Méthode: Etude descriptive et prospective réalisée entre avril et décembre 2015 incluant 41 patients âgés de plus de 18 ans nécessitant une IOT au sein d'un service d'accueil des urgences (SAUV) de deux centres hospitaliers. Le placement correct de la SI était validé par l'obtention de six capnogrammes corrects consécutifs et par la radiographie thoracique. Notre méthode échographique trachéale et pulmonaire (méthode ETP), réalisée au décours de l'IOT au lit du patient par un opérateur expert ou novice en échographie, était considérée comme positive si l'échographie cervicale confirmait la position trachéale de la SI et si l'échographie pulmonaire réalisée en quatre points conservait le glissement pleural dans chacune des zones. L'échographie et la radiographie étaient effectuées le plus rapidement possible afin d'étudier leurs délais de réalisation.

Résultats: Notre méthode ETP était positive chez 100% des patients et s'opérait en une durée médiane de 2 minutes. Les délais médians de réalisation de l'échographie et de la radiographie thoracique étaient respectivement de 15 et 51 minutes, l'échographique se révélant être réalisée avec une avance de 29 minutes ($p < 0,05$).

Conclusion: Vérifier le bon placement trachéal de la SI par une méthode échographique simple, non invasive, et non irradiante associant l'échographie trachéale et pulmonaire est faisable. De plus, la technique est d'apprentissage rapide chez des opérateurs novices en échographie, reproductible, réalisable au lit du patient dans un délai très court, et envisageable en situation extrahospitalière. Couplée à la capnographie, elle pourrait même remplacer la radiographie thoracique. Son intérêt dans la détection de l'intubation sélective semble envisageable.

INTRODUCTION

L'intubation oro-trachéale (IOT) en situation d'urgence est un geste réalisé presque quotidiennement au sein des services d'urgence, le plus souvent dans un contexte d'hypoxie ou d'hémodynamique précaire. L'IOT est associée à un risque élevé de complications pouvant engager le pronostic vital : elle est donc considérée comme un geste à haut risque (1).

Le bon positionnement de la SI dans la filière aérienne correspond au placement endotrachéal de l'extrémité de la SI entre le plan glottique et celui de la carène. Un mauvais positionnement, que ce soit en position digestive ou endobronchique, peut entraîner de nombreuses complications et être un pourvoyeur majeur de morbi-mortalité. En effet, en cas d'intubation bronchique sélective, l'oxygénation n'est pas compromise mais il existe alors un risque majeur d'atélectasie du poumon controlatéral non ventilé, ainsi qu'un risque de traumatisme du côté ventilé du fait des volumes insufflés. Un placement de la SI dans la filière digestive entraîne un risque d'inhalation pulmonaire sévère ou d'hypoxémie profonde pouvant avoir des conséquences hémodynamiques graves jusqu'à la survenue d'un arrêt cardiaque hypoxique. Il existe également un risque de rupture gastrique ou œsophagienne dramatique.

Que ce soit au plan clinique ou médico-légal, il est donc indispensable de vérifier de manière systématique le bon placement de la SI après chaque intubation dans les plus brefs délais.

Plusieurs méthodes de confirmation existent dont les contraintes, les avantages et l'efficacité ont été respectivement étudiés (2) (3) (4).

La visualisation directe du passage de la SI lors de la laryngoscopie est souvent délicate, particulièrement lors de certaines circonstances d'intubation difficile telles que les situations de traumatisme, de variante anatomique, d'affection cervico-faciale, d'instabilité du rachis cervical, de présence de corps étranger, de sécrétions bronchiques ou digestives, ou chez les patients obèses. Par ailleurs, même si le passage de la sonde d'intubation dans la filière aérienne est bien visualisé, la SI peut se déplacer par la suite notamment lors de sa fixation, rendant cette méthode très peu précise.

L'auscultation clinique est parfois difficile et ne peut exclure de façon fiable une intubation bronchique sélective ou oesophagienne. En effet, une pathologie pulmonaire peut induire une asymétrie à l'auscultation mimant une intubation sélective. En cas d'intubation oesophagienne, la distension gastrique qui en découle peut provoquer un déplacement de l'estomac susceptible d'entraîner la perception de bruits ventilatoires au niveau thoracique ressemblant, à tort, au murmure vésiculaire. De même, en cas de ventilation spontanée, le murmure vésiculaire est perçu malgré la SI en position digestive.

La radiographie pulmonaire reste la technique la plus fréquemment utilisée pour vérifier la localisation de la SI car elle permet de déterminer sa position exacte. Cependant, les délais de réalisation et de lecture des clichés sont souvent trop importants pour se fier uniquement à cette méthode. De surcroît, elle expose à un rayonnement X et son interprétation est susceptible d'être erronée.

La capnographie, représentation graphique des variations de la concentration expirée en dioxyde de carbone (ETCO₂), est la méthode de référence pour différencier une intubation endotrachéale d'une intubation oesophagienne (5) (6). De mise en oeuvre simple, son bénéfice a également été démontré lors des procédures d'intubation en médecine préhospitalière (7). Il existe cependant des faux positifs en cas d'intubation oesophagienne dus à la présence de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'estomac après une ventilation au masque, ou d'une consommation d'agents carbonatés, d'antiacides, ou de produits effervescents. A l'inverse, la sensibilité de la capnographie dans la vérification du bon positionnement de la SI est diminuée en cas d'arrêt cardio-circulatoire car la baisse du débit cardiaque diminue la sécrétion pulmonaire de CO₂ entraînant ainsi un résultat parfois négatif (8) (9).

L'échographie, technique d'imagerie simple, non invasive, non irradiante, et rapidement disponible, a démontré son efficacité dans la vérification de la position de la sonde d'intubation dans les populations adulte ou pédiatrique. Elle peut se réaliser au niveau des voies aériennes inférieures ou supérieures (10) (11) (12) (13).

L'hypothèse de notre étude était la faisabilité au SAU par l'urgentiste d'une méthode échographique associant l'échographie trachéale et l'échographie pulmonaire dans la vérification du bon positionnement de la SI en cas d'IOT et de comparer cette méthode à la radiographie de thorax.

MATERIELS ET METHODES

I. OBJECTIFS DE L'ETUDE:

L'objectif principal de l'étude était de démontrer la faisabilité d'une méthode échographique combinant l'échographie trachéale et pulmonaire (méthode ETP) par rapport à la radiographie de thorax dans la vérification immédiate du bon positionnement de la sonde d'intubation en post-intubation immédiat au SAU.

L'objectif secondaire est d'étudier les délais de réalisation des deux méthodes.

II. TYPE D'ETUDE ET CARACTERISTIQUES DES CENTRES PARTICIPANTS

Il s'agissait d'une étude bicentrique prospective, de faisabilité, menée entre Avril et Décembre 2015 au sein du Centre Hospitalier Universitaire de Lille et du Centre Hospitalier Général de Béthune.

Dans chaque centre, un opérateur « expert » ayant reçu une formation universitaire validante en échographie d'urgence et expérimenté dans ce domaine (plus de 50 examens à son actif) était désigné afin de contrôler le bon déroulement de l'étude et de valider les résultats. Cet opérateur expert pouvait aussi réaliser l'examen échographique.

Quatre opérateurs « novices » étaient également désignés : deux d'entre eux avaient reçu une formation échographique brève dans le cadre du DESC de Médecine d'Urgence, un novice était en cours de formation universitaire (Diplôme Universitaire d'Echographie appliquée à l'Urgence), et le dernier avait validé une formation type PREP (Programme Rapide d'Echographie du Polytraumatisé).

Avant de débiter l'étude, tous les novices avaient reçu une formation pratique pendant une heure réalisée sur un patient intubé et ventilé à la recherche des

images cibles trachéales et pulmonaires (SI en position intra-trachéale à l'échographie trachéale, glissement pleural à l'échographie pulmonaire).

Si l'inclusion était réalisée par un opérateur « novice », l'opérateur expert devait être présent sur le site afin de superviser l'inclusion. Dans ce cas, son rôle était d'observer afin de valider le bon déroulement de la procédure. Sa présence n'influait en rien la réalisation de l'échographie et la prise en charge du patient.

III. RECRUTEMENT DE PATIENTS ET INCLUSION

Tous les patients nécessitant une intubation après leur admission au SAU étaient potentiellement éligibles. L'inclusion était fonction de la présence dans le centre de l'opérateur « expert » pré-désigné.

L'inclusion comportait un critère unique:

Tout patient âgés d'au minimum 18 ans nécessitant une intubation oro-trachéale à la SAUV.

Les critères de non inclusion étaient:

- Patient mineur
- Présence d'un pneumothorax certain avant l'intubation
- Emphysème sous cutané important au niveau des zones échographiques
- Traumatisme thoracique ou cervical majeur rendant l'échographie impossible.

IV. EVALUATION DU CRITERE DE JUGEMENT PRINCIPAL : VERIFICATION DE LA POSITION TRACHEALE DE LA SONDE D'INTUBATION

A. Évaluation selon la méthode de référence:

1. La Capnographie:

La mesure des concentrations en dioxyde de carbone en fin d'expiration (ETCO₂) est appelée capnométrie. Elle est le reflet du CO₂ alvéolaire. En l'absence de pathologie pulmonaire, l'ETCO₂ est considérée comme étant égale à la pression partielle alvéolaire en CO₂ (P_ACO₂). Dans ces conditions normales, les valeurs de l'ETCO₂ et de la pression partielle en CO₂ dans le sang artériel (PaCO₂) sont donc très proches.

La capnographie est la représentation graphique de cette mesure en fonction du cycle respiratoire. Elle est aujourd'hui considérée comme la méthode de référence pour vérifier la position de la SI. L'ETCO₂ est mesurée grâce à des systèmes d'aspirations directement branchés sur la sonde d'intubation et connectés au moniteur de surveillance permettant une mesure directe, et représentée graphiquement par un capnogramme.

Le capnogramme normal se compose de 4 phases (Figure 1):

- La phase I (ligne de base) reflète l'inspiration: la P_ACO₂ est nulle, elle correspond à la vidange de l'espace mort anatomique et le début de l'expiration.
- La phase II (pente ascendante) reflète la transition entre les gaz provenant de l'espace mort (grosses bronches, trachée) et les gaz provenant des alvéoles pulmonaires.
- La phase III (plateau expiratoire en pente douce ascendante) représente l'expiration des gaz uniquement alvéolaires. La valeur de l'ETCO₂ (en mmHg) affichée correspond à la valeur de fin de plateau de cette phase III et reflète au mieux la P_ACO₂.
- La phase IV (pente descendante verticale) représente le début de l'inspiration suivante.

Pour chaque patient, l'obtention de six capnogrammes de qualité était systématiquement recherchée au plus vite après l'intubation.

Il était convenu que l'horaire d'intubation oro-trachéale notée sur la fiche de recueil soit celle correspondant à l'obtention du sixième capnogramme.

Dans chaque centre, le capnographe utilisé était de type aspiratif par absorption infrarouge.

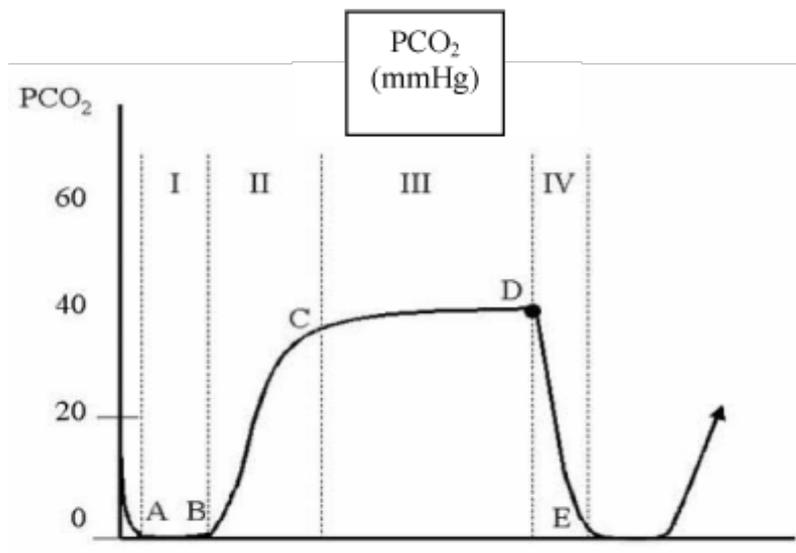


Figure 1 : capnogramme normal

Phase I (A-B) : inspiration, PACO₂ = 0

Phase II (B-C) : Montée expiratoire, apparition de CO₂ dans les gaz respiratoires

Phase III (C-D) : Plateau télé expiratoire

Point D : Pression télé expiratoire en CO₂ (PETCO₂ = 35-37 mmHg)

Phase IV (D-E) : Descente inspiratoire

2. La Radiographie de thorax

Un cliché thoracique de face était réalisé pour chaque patient inclus, le plus rapidement possible directement après l'IOT du patient. Dans les deux centres la radiographie était réalisée après appel téléphonique du manipulateur en radiologie qui était tenu de se déplacer dans le plus court délai.

3. Etablissement du diagnostic de référence

Selon la méthode de référence et en accord avec les recommandations, l'intubation était considérée comme réussie, c'est à dire avec une sonde d'intubation en position trachéale, si les deux critères suivants étaient strictement remplis:

- En capnographie: présence de 6 capnogrammes successifs et réguliers, avec une phase de plateau complète.

- A la radiographie de thorax: l'extrémité inférieure de la sonde d'intubation devait être placée en position endotrachéale. De principe, l'absence de sélectivité était vérifiée et la distance par rapport à la carène était mesurée.

B. Evaluation par la méthode échographique ETP

1. Echographie trachéale:

La confirmation de l'intubation en position trachéale se vérifiait en posant transversalement une sonde linéaire directement sur la paroi antérieure du cou au dessus de la fourchette sternale (Figure 2).



Figure 2 : positionnement de la sonde linéaire sur la paroi antérieure du cou.

La trachée apparaît en échographie deux dimensions dans sa section transverse comme une ligne arciforme hyperéchogène (interface air-muqueuse) avec un « cône d'ombre postérieur » lié à la présence d'air. L'emplacement de la SI dans la trachée est identifié par la présence d'un artefact hyperéchogène (une fine ligne hyperéchogène, nette) correspondant aux interfaces muqueuse-sonde-air.

Si l'intubation est oesophagienne, alors l'image typique est celle d'une image arrondie en position postéro-latérale par rapport à la trachée.

Pour chaque patient, la procédure au niveau cervical était considérée comme positive si une image cible arrondie dans la trachée en position centrale était visualisée (Figure 3).

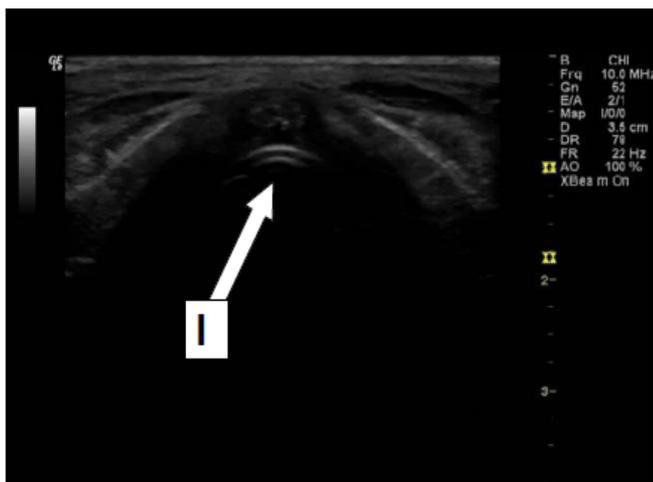


Figure 3 : visualisation de la sonde d'intubation en position trachéale

2. Echographie pulmonaire

L'échographie pulmonaire est une échographie basée sur l'interprétation d'artefacts. Le poumon sain est invisible en échographie, à l'inverse de la plèvre dont la structure est visible. Un poumon sain bien ventilé montre des signes échographiques statiques et dynamiques.

Les signes dynamiques s'étudient en mode bidimensionnel: on observe une image linéaire hyperéchogène correspondant à la ligne pleurale, se déplaçant parallèlement à la sonde en suivant les mouvements respiratoires. Les lignes A sont des artefacts physiologiques horizontaux et répétitifs en profondeur. (Figure 4)

Les signes statiques s'observent en mode Temps-Mouvement (TM), ils correspondent au glissement du feuillet pariétal et du feuillet viscéral l'un contre l'autre. Ce signe est communément appelé « signe du bord de mer ». (Figure 5)

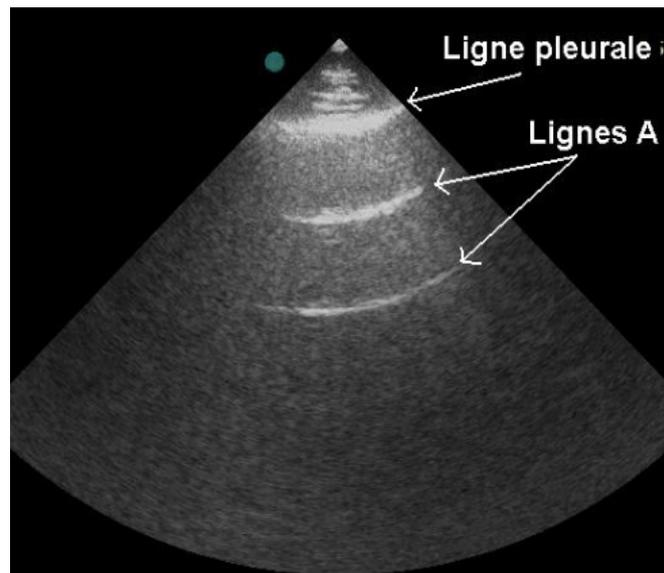


Figure 4 : Ligne pleurale et Lignes A (artéfacts) en mode bidimensionnel

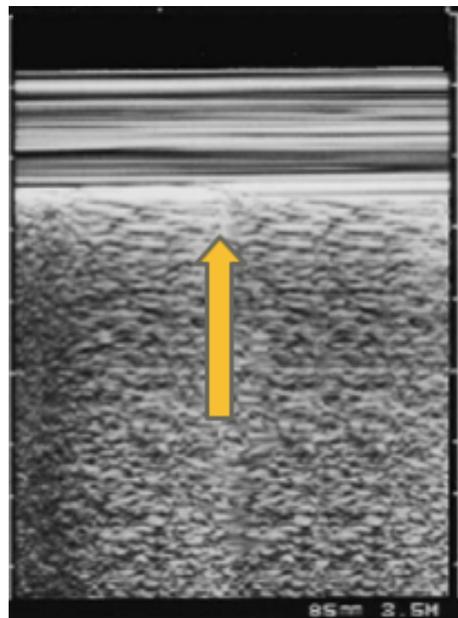


Figure 5 : signe du bord de mer en mode TM

La flèche indique la ligne pleurale. Le poumon est visualisé en dessous de la ligne pleurale (la plage), l'espace intercostal au dessus de la ligne pleurale (aspect de vagues).

Pour chaque patient, l'échographie pulmonaire était réalisée avec la sonde linéaire sur 4 régions thoraciques (Figure 6):

- les deux champs pulmonaires antéro-supérieurs (zone 1)
- les deux champs axillaires (zone 2).

Cette échographie recherchait la présence d'un glissement pleural sur ces quatre zones.

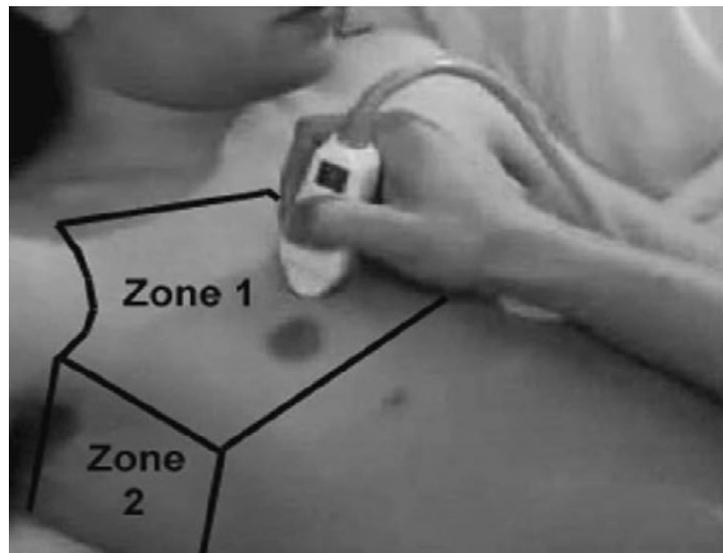


Figure 6 : zones de réalisation de l'échographie pulmonaire

3. Etablissement du diagnostic par la méthode ETP

L'établissement du diagnostic par la méthode ETP est résumé dans la figure 7. Après chaque intubation oro-trachéale en SAUV, un opérateur échographiste expert ou novice pouvant être le praticien intubateur, réalisait une échographie en cinq points à la recherche de cinq images cibles :

- une image cible en région cervicale au regard du passage de la SI vérifiant sa position trachéale,
- puis quatre images cibles pulmonaires visualisant un glissement pleural au niveau des deux champs pulmonaires antéro-supérieurs du thorax et des deux champs axillaires.

Un score composite en cinq points était ensuite créé, avec un point par item:

- 1 point était attribué si la sonde était définie comme étant en position intra-trachéale à l'échographie trachéale.

- 1 point était attribué si un glissement pleural était retrouvé dans un champ pulmonaire.

L'intubation était considérée comme correcte si et seulement si un score de cinq sur cinq était atteint.

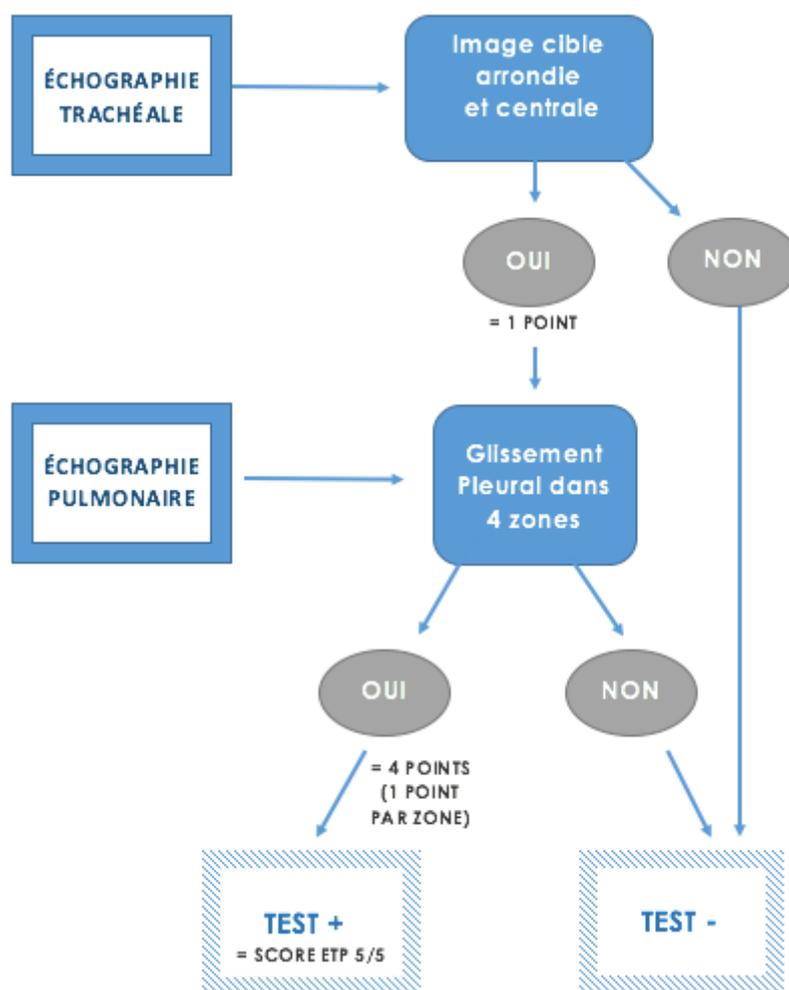


Figure 7 : Etablissement de la position de la sonde d'intubation par la Méthode ETP.

Afin d'effectuer une relecture des données à distance, il était enregistré pour chaque patient inclus et pour chacune des quatre zones pulmonaires une image en mode TM ainsi qu'un clip vidéo de 5 secondes en mode bidimensionnel. De même, en position trachéale, un enregistrement de type clip vidéo de 5 secondes était systématiquement réalisé.

Toutes les images et tous les clips vidéos, que ce soit pour les échographies trachéales ou pulmonaires, étaient ensuite enregistrés sur un support de type USB (format DICOM) afin de pouvoir être relus a posteriori.

L' appareils d'échographie utilisé était de modèle PhilipsTM IE33 au CH de Béthune, et de modèle GE HealthcareTM Vivid S5 au CHRU de Lille.

V. CRITÈRES D'ÉVALUATION SECONDAIRE

Afin d'évaluer les délais de réalisation de la méthode de référence et de la méthode échographique ETP, les horaires suivantes étaient systématiquement retranscrites:

- l'heure d'arrivée au SAU
- l'heure d'IOT (heure correspondant à la visualisation de 6 capnogrammes successifs)
- l'heure du début de réalisation de la méthode ETP (prise sur le premier cliché échographique enregistré)
- l'heure de fin de réalisation de la méthode ETP (prise sur le dernier cliché échographique enregistré)
- l'heure de réalisation de la radiographie de thorax (prise sur le cliché)

VI. RECUEIL DES DONNEES

Pour chaque patient entrant dans l'étude, le praticien devait relever les différentes données suivantes et les regrouper de manière manuscrite sur des fiches de recueil distribuées au préalable dans chaque centre d'étude (cf annexe 1) :

- Date de naissance
- Sexe
- Indication d'intubation
- Protocole d'induction
- Résultats de la capnographie:
 - Visualisation ou non d'un capnogramme avec six cycles ventilatoires successifs
- Résultats de la radiographie thoracique:
 - Distance entre l'extrémité de la SI et la carène
 - Sélectivité de l'intubation
 - Autres remarques / pathologies constatées
- Résultats de l'échographie trachéale: position de la SI (1 point si trachéale)
- Résultats de l'échographie pulmonaire :
Présence d'un glissement pleural ou non dans chaque champ pulmonaire étudié :
 - antéro-latéral droit (1 point)
 - axillaire droit (1 point)
 - antéro-latéral gauche (1 point)
 - axillaire gauche (1 point)
- Score total de la méthode ETP /5 points
- Délais :
 - Heure d'arrivée au SAU
 - Heure d'intubation
 - Heures de Début de Fin de l'échographie trachéo-pulmonaire
 - Heure de réalisation de la Radiographie thoracique
- Catégorie de l'opérateur: expert ou novice en échographie

Les antécédents étaient relevés à postériori dans les dossiers médicaux.

VII. ETHIQUE

Un avis auprès du Comité de Protection des Personnes du Nord Ouest était sollicité. Le bureau du CPP qualifiait cette recherche de non interventionnelle, ne nécessitant donc pas leur approbation.

De plus, un accord auprès de la Commission de l'Informatique et des Libertés était obtenu auprès du CH de Béthune (Annexe 2).

Pour chaque patient, la prise en charge habituelle était réalisée, l'échographie ne devait jamais reporter ou interférer dans la réalisation d'autres examens ou gestes médicaux. Toutes les données nominatives recueillies sur la fiche de recueil étaient ensuite rendues anonymes pour le traitement des résultats. Les fiches de recueil portant l'étiquette patient ont été confiées au Directeur de Thèse.

VIII. STATISTIQUES

Il s'agit d'une étude prospective, analytique, observationnelle, de faisabilité, comparant une méthode échographique au test de référence.

L'analyse statistique décrit des données qualitatives en termes d'effectifs (N) et de fréquence (%) pour les données catégorielles. Les données sont exprimées en moyenne et écart type, ou médiane (min-max), pour les variables continues et délais respectivement.

Les variables continues (pour les délais) sont comparées avec le test de Student. Une valeur de $p < 0,05$ est considérée comme significative.

Il était initialement prévu de pouvoir évaluer les performances de la méthode ETP en décrivant la sensibilité, spécificité, Valeur Prédictive Positive (VPP) et Négative (VPN). Cependant, l'absence de puissance suffisante de l'étude n'a pas permis d'objectiver de test négatif, cette évaluation n'était donc pas réalisable.

L'analyse statistique a été réalisé avec le logiciel SPSS 14.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

RESULTATS

I. CARACTERISTIQUES DÉMOGRAPHIQUES ET CLINIQUES

Sur la période de l'étude, 41 patients ont été inclus dans les deux centres. La population, âgée en moyenne de 60 ans, était à 53,7% masculine. Les différentes comorbidités, caractéristiques cliniques, et caractéristique démographiques des patients sont exposées dans le tableau 1.

Dans le cadre de cette étude basée sur l'échographie pulmonaire et trachéale, on notait parmi les patients inclus 36,6% de patients fumeurs et 22% porteurs d'une bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO). De plus, 7,3 % présentait un antécédent de néoplasie ORL, traitée par radiothérapie seule pour l'un des patients (carcinome du sinus piriforme) ou associée à la chirurgie chez deux patients (buccopharyngectomie et exérèse buccale d'un carcinome).

L'indication d'intubation principale était une détresse respiratoire retrouvée chez 17 patients soit 41,5% des inclus.

Concernant la prise en charge du patient avant l'intubation, 35 patients (85,4%) bénéficiaient d'une induction anesthésique. Parmi eux, 29 patients étaient curarisés.

Paramètres	Valeurs
ÂGE, Années	60 (+/- 15,3)
SEXE , N (%)	
Homme	22 (53,7)
Femme	19 (46,3)
ANTÉCÉDENTS, N (%)	
Tabagisme actif	15 (36,6)
BPCO	9 (22)
Syndrome d'apnée du sommeil	3 (7,3)
Cardiopathie	7 (17,1)
Hypertension Artérielle	15 (36,6)
Ethylisme (chronique et/ou cirrhose)	15 (36,6)
Néoplasie ORL	3 (7,3)
INDICATION D'INTUBATION, N (%)	
Coma toxique	5 (12,2)
Pathologie neuro-vasculaire	4 (9,8)
Choc septique	4 (9,8)
Etat de mal épileptique	6 (14,6)
Arrêt cardio-respiratoire	4 (9,8)
Détrousse respiratoire	17 (41,5)
Choc hémorragique	1 (2,4)
INDUCTION ANESTHÉSIQUE, N (%)	
Aucune	6 (14,6)
Hypnotique + curare	29 (70,8)
Hypnotique seul	6 (14,6)

Tableau 1 : Caractéristiques démographiques et cliniques des 41 patients.

II. EVALUATION DE LA MÉTHODE DE RÉFÉRENCE

Concernant la capnographie, utilisée immédiatement au décours de l'intubation pour confirmer le bon placement de la SI dans la trachée, six capnogrammes corrects étaient bien visualisés chez 100% des patients.

Les résultats de la radiographie de thorax sont relevés dans le tableau 2. La sonde d'intubation était bien positionnée en position trachéale chez 100% des patients. Couplée à la capnographie, le bon positionnement de la SI était donc validé chez tous les patients.

À noter que la radiographie thoracique révélait chez 41,4 % des patients inclus la présence d'une pneumopathie associée ou non à un épanchement pleural.

Concernant la sélectivité, une seule radiographie l'a mise en évidence.

Paramètres	Valeurs
Distance SI – carène, en cm	2,42 (+/- 1,6)
Sélectivité, N(%)	1 (2,4)
Signes radiologiques, N (%)	
EP bilatéral	1 (2,4)
EP gauche	2 (4,9)
Pneumopathie gauche	2 (4,9)
Pneumopathie droite	8 (19,5)
Pneumopathie bilatérale	1 (2,4)
Pneumopathie gauche + EP gauche	1 (2,4)
Pneumopathie droite + EP droit	2 (4,9)

Tableau 2: Résultats de la radiographie thoracique

Légende : EP=épanchement pleural ; SI=sonde d'intubation

III. ÉVALUATION DE LA MÉTHODE ÉCHOGRAPHIQUE ETP

L'échographie trachéale retrouvait la sonde d'intubation en position intra-trachéale chez 100% des patients.

Le glissement pleural était retrouvé dans chacun des 4 champs pulmonaires (antéro-supérieur droit, antéro-supérieur gauche, axillaire droit et axillaire gauche) chez 100 % des patients.

Un score ETP de 5/5, synonyme d'une sonde d'intubation en position trachéale, était ainsi retrouvé chez les 41 patients de l'étude.

IV. ETUDE DES DÉLAIS DE RÉALISATION DE CHAQUE MÉTHODE

Les résultats de l'étude des délais sont retranscrits dans le tableau 3. Selon la méthode ETP, la durée médiane de réalisation de l'échographie trachéo-pulmonaire était de 2 minutes.

Concernant chaque catégorie d'opérateur, on ne notait pas de différence significative avec une durée médiane de réalisation de 2 minutes dans le groupe « expert » et de 3 minutes dans le groupe « novice » ($p = 0,67$).

La vérification de la SI par méthode échographique s'est révélée être significativement plus rapide que la radiographie de thorax de 29 minutes ($p < 0,05$).

Délais	Valeurs (Médiane (mini – max))	p
IOT – début échographie	15 (1 – 285)	
Durée échographie	2 (1 – 7)	
IOT – radiographie de thorax	51 (13 – 270)	
Fin échographie - radiographie	29 (-130 – +235)	0,008

Tableau 3 : Etude des délais de réalisation de l'échographie et de la radiographie.

V. CATÉGORIE DE L'OPÉRATEUR ÉCOGRAPHISTE

26 échographies étaient réalisées par un opérateur « expert », soit 63,4%.

15 échographies étaient réalisées par un opérateur « novice », soit 36,6 % (figure 8).

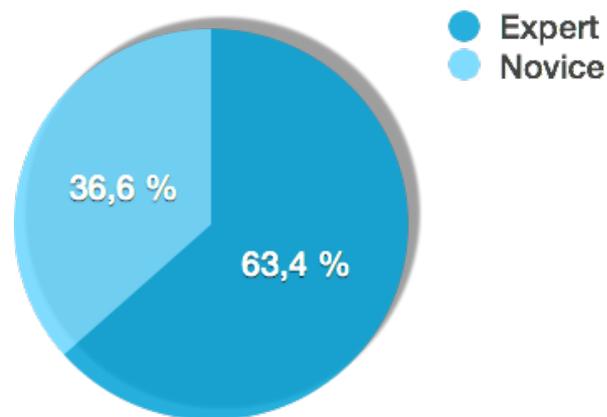


Figure 8 : Répartition des opérateurs selon leur expérience en échographie

DISCUSSION

I. ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES ET RECOMMANDATIONS

L'intubation oro-trachéale est un geste fréquemment réalisé dans les services de Médecine d'Urgence où elle est réalisée chez des patients à l'état hémodynamique ou respiratoire précaire. Dans la SAUV, elle n'est pas exécutée dans des conditions de réalisation optimales. Ce geste peut être pourvoyeur de complications parfois dramatiques. Compte tenu de la gravité de l'intubation œsophagienne méconnue et du risque léthal à court terme, il est fondamental de s'assurer dans les plus brefs délais du bon placement endotrachéale de la SI.

Plusieurs méthodes de confirmation existent, telles la visualisation directe du passage de la SI entre les cordes vocales lors de la laryngoscopie, l'auscultation de la cage thoracique, l'observation du soulèvement bilatéral du thorax, la radiographie pulmonaire, ou la détection du CO₂ par capnométrie. Cependant, chacune de ces méthodes présente ses avantages et ses inconvénients et aucune ne semble optimale (14) (9).

La laryngoscopie directe peut parfois être délicate, rendant cette méthode peu précise pour vérifier le bon passage de la SI dans les filières aériennes supérieures particulièrement lors de certaines intubations difficiles. De plus, même si le passage de la sonde est bien visualisé, elle peut se déplacer par la suite notamment lors de sa fixation.

La fiabilité de l'auscultation peut parfois être douteuse car une pathologie pulmonaire sous-jacente peut mimer une intubation sélective, une intubation œsophagienne peut engendrer une distension gastrique mimant la perception de bruits ventilatoires au niveau thoracique. De plus, en cas de ventilation spontanée, le murmure vésiculaire est perçu malgré la sonde d'intubation en position œsophagienne.

Les bénéfices de la capnométrie a été largement démontré lors des procédures d'intubation. Elle est aujourd'hui considérée comme la méthode de référence pour différencier une intubation endotrachéale d'une intubation oesophagienne mais son utilisation seule comporte des limites (8). De faux positifs existent en cas d'intubation oesophagienne et sa sensibilité a été remise en cause lors de situations de baisse du débit cardiaque ou d'arrêt cardio-circulatoire.

Ainsi, bien que la capnométrie soit actuellement recommandée, c'est la radiographie de thorax qui reste la technique la plus utilisée en association ou non avec cette dernière. La radiographie pulmonaire détermine la position exacte de la SI mais ses délais de réalisation et de lecture des clichés sont longs, elle expose le patient à une irradiation et son interprétation peut être erronée.

L'utilisation de l'échographie est quant un elle en plein essor dans ce domaine, d'autant plus qu'elle représente aujourd'hui un outil fondamental dans l'évaluation clinique initiale de la plupart des patients au SAU. Ses avantages et sa performance dans la vérification de la position de la SI ont été prouvés que ce soit par l'échographie pulmonaire à la recherche du glissement pleural ou par l'échographie trachéale. Cependant, l'échographie de la totalité des voies aériennes comme réalisée lors de notre étude a peu été étudiée. Pourtant, combiner ces deux échographies accroît la fiabilité de la méthode et ne retarde pas la prise en charge du patient en terme de délais.

Cette étude contribue à démontrer la faisabilité de notre méthode échographique trachéale et pulmonaire qui pourrait devenir une alternative à la radiographie de thorax et à la capnographie, d'autant plus que les recommandations actuelles sont pauvres et en pratique peu appliquées.

En effet, il existe peu de recommandations françaises ou étrangères précises concernant la vérification du placement de la SI.

Selon les recommandations de 2002 de la Société Française d'Anesthésie et de Réanimation (SFAR) en collaboration avec la Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie (15), c'est la mesure de l'ETCO₂ qui confirme l'absence d'intubation oesophagienne si six capnogrammes sont obtenus (recommandation de grade E).

Cependant, ces recommandations ne s'appliquent pas aux situations d'intubation oro-trachéale en SAUV ou en préhospitalier.

Concernant les situations de médecine d'urgence, la SFAR a proposé en 1999 des recommandations sur les modalités de la sédation et de l'analgésie ne s'appliquant qu'en situation extrahospitalière (16). Ce n'est qu'en 2010 que ces recommandations furent réactualisées en association avec la Société Française de Médecine d'Urgence (SFMU) devant l'évolution des pratiques en général et de la médecine d'urgence en particulier (5). Ces nouvelles recommandations formalisées d'experts sur la sédation et l'analgésie en structure d'urgence s'exercent désormais dans la globalité de l'exercice de la médecine d'urgence, tant en extra qu'en intrahospitalier. Elles préconisent la vérification de la position endotrachéale de la sonde par la capnographie et l'absence d'intubation sélective par l'auscultation.

Aux Etats-Unis, les recommandation de 2010 de l'American Heart Association (Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science) exigent l'utilisation de deux méthodes de confirmation de la position endotrachéale de la sonde après l'intubation: la capnographie et l'examen clinique (élévation bilatérale du thorax, auscultation pulmonaire bilatérale) (6). L'actualisation de 2015 n'a pas mentionné de nouvelle approche.

Ces recommandations françaises ou américaines n'évoquent donc pas l'échographie. Pourtant, évaluer le bon positionnement de la SI par l'échographie a déjà été largement démontré. L'échographie peut se réaliser au niveau des voies aériennes supérieures et inférieures. Ses avantages ont été prouvés dans les populations adultes tout comme pédiatriques chez qui furent d'ailleurs réalisés les premiers travaux. Cependant, la grande majorité de ces études diffèrent selon leur réalisation au niveau des voies aériennes supérieures ou inférieures.

Concernant l'échographie des voies aériennes supérieures, la première étude fut réalisée en 1987 par l'équipe de Raphael et al. En injectant une solution saline dans le ballonnet et en réalisant un mouvement de va-et-vient de la SI ils réussirent à identifier sa position intratrachéale dans 100% des cas en vue longitudinale et dans plus de 80% des cas en vue transversale (17). Par la suite, Drescher et al. visualisèrent directement l'oesophage pour décrire les signes échographiques d'une intubation oesophagienne (18). En 2007, deux études démontrèrent l'applicabilité de

ces observations dans l'identification de la position de la SI : Werner et al utilisèrent l'échographie en position transverse sur la trachée au dessus de la fourchette sternale avec une sensibilité et une spécificité de 100% (12). Milling et al obtinrent des résultats comparables en position transverse au niveau de la membrane cricothyroïdienne (19). Plus récemment en 2011, une étude taïwanaise menée par Chou et al démontra sur 112 patients la faisabilité d'une méthode échographie rapide en positionnant la sonde d'échographie transversalement sur la trachée au dessus de la fossette jugulaire avec une sensibilité de 98,9% et une spécificité de 94,1% (20).

En 2013, Adi et al démontrèrent que l'échographie des voies aériennes supérieures était équivalente à la capnographie (21).

Plus récemment en 2014, une méta analyse de 969 intubations incluses dans neuf études portant sur la vérification de la position de la SI par l'échographie trachéale, a identifié une sensibilité de 98% et une spécificité de 94% (22).

Concernant l'échographie pulmonaire au niveau des voies aériennes inférieures, l'obtention du glissement pleural signant une ventilation pulmonaire sous-jacente et donc la position endotrachéale de la sonde d'intubation fut démontré pour la première fois par Chun et al en 2004 dans le cadre préhospitalier (23). Deux en plus tard, Weaver et al. évaluèrent les capacités de deux échographistes à reconnaître une intubation oesophagienne d'endotrachéale via la visualisation du glissement pleural sur 68 patients avec des spécificités et sensibilités de quasi 100%, ainsi qu'un kappa à 0,94 (11).

En 2012, Sim et al démontrèrent à leur tour la fiabilité de l'échographie pleurale lors d'une étude incluant 150 patients où la position endotrachéale de la SI était correctement identifiée dans 88,7% des cas (10).

Les données de la littérature sont pauvres concernant l'échographie combinant l'étude des voies aériennes supérieures et inférieures dans la vérification de la position de la SI. Une seule étude sud-coréenne se distingue, celle menée en 2009 par Park et al sur trente patients polytraumatisés où la visualisation directe de la SI au travers de la membrane cricothyroïdienne associée à l'identification d'un glissement pleural révélait une sensibilité de l'échographie de 100% (24).

II. DISCUSSION DES RÉSULTATS

Lors de notre étude, nous avons pu démontrer que la méthode échographique ETP confirmait la position trachéale de la SI chez tous les patients inclus. Ces résultats sont comparables à ceux de l'étude précédemment citée menée par Park et al, où la visualisation directe de la SI au travers de la membrane cricothyroïdienne associée à l'identification d'un glissement pleural révélait une sensibilité de l'échographie de 100%.

Aucune étude n'a recherché à identifier si la présence d'une affection pulmonaire aiguë ou chronique était susceptible d'entraver les résultats de l'échographie pulmonaire en affectant la détection du glissement pleural. Notre étude se distingue donc par cette approche. Alors que 22% souffraient de BPCO et qu'une pneumopathie associée ou non à un glissement pleural était révélée à la radiographie pulmonaire chez 41,4% des patients, le glissement pleural était cependant bien visualisé dans les quatre champs pulmonaires chez 100% des patients. Le glissement pleural semble donc facilement détectable même en cas de lésion pulmonaire sous-jacente. De même, la présence d'une pathologie ORL (néoplasie traitée par radiothérapie et/ou chirurgie) retrouvée chez 7,3% des patients n'a pas affecté la réalisation de l'échographie trachéale.

Il apparaît donc que cette méthode échographique peut être réalisée chez tout patient par un opérateur même novice en échographie pulmonaire, en dehors des cas de pneumothorax, d'emphysème sous-cutané majeur, ou de lésions cervicales traumatiques sévères.

En effet, notre étude a cherché à évaluer la faisabilité de la méthode ETP par des opérateurs présentant un niveau hétérogène en échographie alors que la plupart des études ont décrit les performances d'échographistes chevronnés. Les novices en échographie sont tous parvenus à confirmer la bonne position de la SI en obtenant un score ETP de 5/5. Cette performance des novices après une courte formation pratique pendant une heure était semblable à celle des opérateurs qualifiés. Notre étude a démontré que le niveau de formation échographique n'avait aucun impact sur l'identification adéquate de la présence ou non du glissement pleural. A noter cependant qu'une étude de 2014 réalisée sur cadavres étudiant la vérification de la

SI par l'échographie cervicale a noté de meilleurs résultats chez des opérateurs plus expérimentés en échographie, mais avec des valeurs de sensibilité et spécificité de respectivement 75,0% et 62,5% (25).

Nos résultats indiquent que la technique est faisable et reproductible avec une courbe d'apprentissage qui semble brève. Une étude publiée en 2015 a d'ailleurs montré de très bon résultats dans la distinction entre la position trachéale ou oesophagienne de la SI en échographie après une courte formation vidéo de 10 minutes chez 36 médecins urgentistes et 51 internes en médecine avec une sensibilité et une spécificité de 98,3% et 100% (26).

Chez les opérateurs qualifiés, l'échographie pulmonaire pourrait même se prolonger de quelques minutes afin d'explorer l'ensemble des poumons et diagnostiquer un épanchement pleural, un pneumothorax, une consolidation alvéolaire, ou un syndrome interstitiel (27). Cela d'autant plus que l'échographie pulmonaire est en plein essor, intéresse de plus en plus les urgentistes, tend à être plus performante que la radiographie au lit du patient et offre des performances proches du scanner (28). La réalisation d'une radiographie de thorax pourrait devenir superflue surtout dans un contexte où la littérature actuelle promeut la limitation du nombre de clichés thoracique (29) et le développement des techniques d'imagerie non irradiantes (30).

Il paraissait bien sûr indispensable d'évaluer les délais de réalisation de chaque méthode. En effet, prouver que l'échographie est faisable et possiblement aussi efficace que la radiographie était le but de notre étude, mais ces résultats seraient dénués d'intérêt si l'échographie ne pouvait être réalisée dans des délais plus favorables que la radiographie.

Dans notre étude l'échographie se révélait être réalisée avec une avance significative de 29 minutes par rapport à la radiographie thoracique. Certaines valeurs extrêmes ont cependant été relevées. Par exemple, chez l'un des patients l'échographie était réalisée 130 minutes après la radiographie car l'opérateur expert était ressorti en intervention SMUR immédiatement après l'intubation et avait réalisé l'échographie dès son retour. Dans un autre cas c'est la radiographie qui était réalisée 235 minutes après l'échographie dans un contexte de panne de matériel.

Nous avons décidé de conserver ces données extrêmes car elles reflètent la réalité du fonctionnement d'un service d'urgence. Cependant, si nous écartons les deux valeurs les plus extrêmes les résultats indiquent que l'échographie était toujours plus rapidement réalisée que la radiographie thoracique avec une avance médiane de 26 minutes ($p < 0,05$).

Ces résultats appuient donc l'indication de l'échographie pour vérifier le bon placement de la SI et concordent avec ceux de l'étude de Sim et al. réalisée sur 115 patients où l'échographie pulmonaire était significativement plus rapide que la radiographie thoracique. Cependant, dans leur étude l'échographie et la radiographie étaient réalisées dans des délais médians de respectivement 1,5 minutes et 22,5 minutes, alors que dans notre étude ces délais étaient de respectivement 15 et 51 minutes (10).

Quintela et al. au décours de 31 intubations réalisées sur une population pédiatrique, avait aussi constaté que l'échographie trachéale était significativement plus rapide que la radiographie (31).

Une autre particularité de notre étude est la durée de réalisation des séquences échographiques. Celles-ci variaient entre 1 et 7 minutes avec une médiane à 2 minutes. On ne notait pas de différence significative entre les deux groupes avec une médiane à 2 minutes dans le groupe « experts », et à 3 minutes dans le groupe « novices ». Concernant la durée la plus longue de 7 minutes, l'opérateur était expert. Sans doute a-t-il dû s'interrompre momentanément. Nous montrons ainsi que notre méthode est très rapidement réalisable et que la qualification de l'opérateur n'affecte pas le délai de réalisation. Cet attrait est une des qualités essentielles de notre méthode car il est bien sur impératif de confirmer la position adéquate de la SI dans les plus brefs délais. La littérature étant pauvre concernant l'échographie associant voies aériennes supérieures et inférieures, nous ne pouvons pas comparer ce délai mais l'homogénéité des résultats conforte l'extrême rapidité de réalisation de la méthode ETP.

Il apparaît donc que l'échographie pourrait remplacer la radiographie de thorax dans la vérification de la position de la SI. Cependant, certaines distinctions pourraient être faites car l'échographie semble adaptée à toute situation mais d'autant plus lorsque l'on ne peut obtenir la radiographie dans des délais

raisonnables, lorsque cette dernière risque de retarder la prise en charge d'un patient instable, lorsque la capnographie est peu fiable, ou même en situation pré-hospitalière.

Ainsi, la méthode ETP pourrait être la référence en cas de bas débit cardiaque ou d'arrêt cardio-circulatoire. Dans ces situations la sensibilité de la capnographie est mise à défaut, et la radiographie de thorax a ses limites car elle peut retarder la mise en condition du patient et ne peut être réalisée au cours d'un massage cardiaque externe ou de situation de déchocage complexe.

La méta-analyse de Li et al. relative à 10 études publiées entre 1991 et 1998, détecta 7% de faux négatifs (sonde d'intubation en position trachéale, absence de capnogramme) sur un effectif de 2192 patients soit une sensibilité de 93% (8). En excluant les patients en arrêt circulatoire la sensibilité était de quasi 100 %. Grmec et al ont aussi observé 28 faux négatifs lors d'une étude incluant 246 patients en arrêt cardiaque, alors que pour chacun d'entre eux une valeur de PETCO₂ supérieure à 5 mmHg (32). Une étude de 2012 (10) comparant l'échographie pleurale bilatérale à la radiographie thoracique retrouvait une forte valeur prédictive positive du glissement pleural dans la vérification de la position de la SI à 94.7%, résultat d'autant plus performant chez les patients en arrêt cardiaque avec une VPP à 100%. En effet, en cas de respiration spontanée un glissement pleural sous jacent peut être détecté malgré l'absence de ventilation « artificielle » faisant méconnaître à tort l'intubation oesophagienne. En cas d'arrêt cardio-respiratoire, ce biais n'influence plus les résultats de l'échographie.

Il paraîtrait donc tout à fait judicieux d'associer la méthode ETP à la capnographie dans ce contexte particulier de l'arrêt cardio-respiratoire ou de bas débit cardiaque.

L'intérêt de cette méthode échographique ne semble également pas négligeable en situation d'urgence préhospitalière où les intubations se caractérisent par un taux de complications et une incidence d'échecs plus importants qu'en milieu intrahospitalier. De plus, l'incidence de l'intubation difficile en préhospitalier en France varie entre 4 et 16 % (33).

La capnographie a un intérêt pronostique, diagnostique et thérapeutique. Elle est actuellement recommandée en France comme moyen de monitoring routinier des patients pris en charge par les SMUR, et le décret du 5 décembre 1994 rappelle que,

dès lors que « la trachée est intubée », le patient doit bénéficier d'un monitoring « continu du CO₂ expiré ». Mais seulement 53 % des SMUR disposaient d'un capnographe en 2002 et 32% des traumatisés graves bénéficiaient de son utilisation (34). Ce monitoring en préhospitalier s'est cependant largement répandu depuis mais, comme cité précédemment, sa fiabilité peut parfois être mise en doute.

L'échographie tend à devenir un des outils de monitoring à part entière en médecine d'urgence préhospitalière. Les français étaient même les premiers à la proposer lors d'interventions primaires de SMUR dès 1983 (35). La faisabilité de l'échographie en extrahospitalier par des médecins non radiologues au décours d'une formation brève a été prouvée (36). Ainsi, bien que moins de 10% des SMUR français soit actuellement équipés d'un échographe (37), son utilisation en préhospitalier va progresser ces prochaines années notamment devant l'intérêt croissant pour son apprentissage chez les médecins urgentistes.

Utiliser la méthode échographique ETP afin de conforter la capnographie dans la vérification de la position de la SI au décours immédiat de l'intubation oro-trachéale en situation préhospitalière semble donc tout à fait envisageable, notamment en cas d'intubation difficile ou en cas d'arrêt cardio-circulatoire.

Concernant la détection de la sélectivité un seul cas d'intubation bronchique droite a été confirmé à la radiographie, alors qu'un glissement pleural homolatéral était observé. A noter que l'échographie était réalisée par un opérateur expert et que les clichés étaient relus. Une mauvaise réalisation ou interprétation échographique ne peut donc pas expliquer ce résultat. Mais devant ce cas unique nous ne pouvons conclure sur l'absence de fiabilité de la méthode ETP dans cette situation. Il est pourtant primordial de s'assurer de la non sélectivité car l'intubation endobronchique, par le risque de barotraumatisme du côté du poumon ventilé et d'atélectasie du côté non ventilé, peut engager le pronostic vital à court et moyen terme. Cependant, certaines pathologies telles qu'un pneumothorax, un épanchement pleural, ou encore une malignité pulmonaire sous-jacente peuvent gêner la visualisation d'un glissement pleural sous-jacent et faire conclure à tort à une intubation sélective. D'un autre côté, on peut conclure à tort à une intubation non sélective en cas de respiration spontanée. Il apparaît d'ailleurs dans la littérature que l'auscultation seule ne permet pas d'identifier l'intubation sélective (21), et que le meilleur moyen de diagnostiquer

la sélectivité serait de combiner la profondeur optimale d'insertion de la SI, l'auscultation pulmonaire et l'observation des mouvements thoraciques (2).

Il semble donc exister certaines limites dans l'utilisation de l'échographie pulmonaire dans la détection de l'intubation bronchique mais le sujet a été discuté notamment par Weaver et al. où deux échographistes déterminaient correctement la sélectivité lors de 27 intubations avec une sensibilité et une spécificité de respectivement 69,2% et 93,3% pour le premier opérateur, 78,6% et 100% pour le second (11).

III. LIMITES

Comme toutes les techniques de vérification de la position de la sonde d'intubation l'échographie présente certaines limitations. Au niveau des voies respiratoires supérieures, la réalisation de l'échographie peut parfois être difficile, particulièrement dans les cas de patients polytraumatisés où un collier cervical est en place. De plus, la qualité des images échographiques peut parfois être médiocre chez les patients obèses. On pourrait envisager de réaliser cette technique en temps réel pendant l'introduction de la SI mais cela limiterait l'utilisation de techniques facilitant l'intubation dans certaines situations d'intubation difficile, comme par exemple la mobilisation du larynx.

Au niveau des voies respiratoires inférieures, notre méthode paraît plus fiable si le patient est curarisé ou en arrêt respiratoire. Les pathologies pleuro-pulmonaires semblent également susceptibles de diminuer l'efficacité de l'échographie pulmonaire.

Nous pouvons faire plusieurs remarques méthodologiques sur ce travail présentant plusieurs biais.

Le premier d'entre eux est un biais de sélection. En effet, afin que la réalisation de chaque étape de l'étude soit correctement réalisée, nous avons décidé que l'opérateur expert soit impérativement sur place. N'étant pas disponible 24h/24, l'étude n'a de ce fait pas inclus un nombre important de patient. A posteriori, il aurait pu être judicieux de désigner plusieurs opérateurs experts par centre afin d'augmenter sensiblement le nombre d'inclusions. Dans ce but, nous aurions aussi

même pu envisager que l'opérateur expert puisse relire les données à postériori si nécessaire, sans que sa présence sur place soit impérative.

Le nombre réduit de patient inclus est la limite la plus importante de notre étude. A noter que ce biais était retrouvé dans l'étude de Park (24). L'absence de puissance suffisante n'a pas permis d'obtenir un test négatif et d'objectiver une intubation oesophagienne, nous n'avons donc pu décrire les performances de la méthode ETP en étudiant la sensibilité, spécificité, VPP et VPN.

Des études cliniques avec de plus grands effectifs seraient nécessaires pour définir la place de ce nouvel outil par rapport aux techniques actuelles. Cependant, le but principal de notre étude était de démontrer la faisabilité de notre méthode échographique et non sa supériorité par rapport à la radiographie thoracique.

Ce petit effectif a plutôt eu un impact sur notre intérêt d'étudier la place de l'échographie pulmonaire dans la détection de l'intubation sélective pour laquelle nous n'avons pu conclure. En effet, il semble que la formation actuelle des médecins urgentistes et que les nouveaux moyens pouvant être mis en œuvre pour aider le geste de l'intubation permettent de diminuer significativement les intubations sélectives comparativement aux données anciennes de la littérature.

Afin de comparer cette méthode échographique par rapport à la méthode de référence il conviendrait d'envisager une étude similaire se réalisant sur un nombre plus conséquent de patients, ou même sur modèles cadavériques.

Le second biais est un biais d'information. Malgré le caractère prospectif de l'étude, nous avons volontairement désiré réaliser des fiches de recueil simples et très rapides à remplir, notamment pour ne pas entraver la prise en charge médicale du patient et favoriser les inclusions. Il aurait été cependant judicieux de recueillir en plus certaines données cliniques telles que les critères de prédiction d'intubation difficile.

Toujours dans ce même but de faciliter le recueil, les antécédents du patient ont été relevés à postériori. Hors nous n'avons pu avoir accès au dossier médical de deux patients, cela a pu interférer dans nos données épidémiologiques.

CONCLUSION

L'échographie, domaine en plein essor en Médecine d'Urgence, fait déjà partie de l'évaluation initiale de la majorité des patients pris en charge en SAUV et tend à devenir systématique dans l'examen clinique standard de l'urgentiste dans un proche avenir.

Plusieurs études ont mis en avant l'efficacité de l'échographie trachéale ou pulmonaire dans la détermination du placement de la sonde d'intubation dans la trachée, mais les données de la littérature sont pauvres concernant l'échographie combinant à la fois les voies aériennes supérieures et inférieures.

Cette étude prospective réalisée au sein de deux centres hospitaliers, montre la faisabilité d'une méthode échographique simple et précise combinant l'échographie trachéale et pulmonaire (méthode ETP) dans la vérification du bon positionnement trachéal de la SI en post intubation immédiat. De plus, notre méthode ETP est non invasive, d'apprentissage rapide chez des opérateurs novices en échographie, reproductible, non irradiante, indolore, réalisable au lit du patient dans un délai très court et envisageable en situation extrahospitalière. Elle pourrait être préconisée au décours de toute intubation, couplée si possible à la capnographie qui est aujourd'hui recommandée en France, et d'autant plus indiquée dans les situations où la capnographie peut être mise à défaut telles que le bas débit cardiaque ou l'arrêt cardio-respiratoire. Elle pourrait même remplacer la radiographie thoracique pour cet objectif. Son intérêt dans la détection de l'intubation sélective semble envisageable.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Schwartz DE, Matthay MA, Cohen NH. Death and other complications of emergency airway management in critically ill adults. A prospective investigation of 297 tracheal intubations. *Anesthesiology*. 1995 Feb;82(2):367–76.
2. Sitzwohl C, Langheinrich A, Schober A, Krafft P, Sessler DI, Herkner H, et al. Endobronchial intubation detected by insertion depth of endotracheal tube, bilateral auscultation, or observation of chest movements: randomised trial. *BMJ*. 2010 Nov 9;341(nov09 1):c5943–c5943.
3. Vaghadia H, Jenkins LC, Ford RW. Comparison of end-tidal carbon dioxide, oxygen saturation and clinical signs for the detection of oesophageal intubation. *Can J Anaesth J Can Anesth*. 1989 Sep;36(5):560–4.
4. Knapp S, Kofler J, Stoiser B, Thalhammer F, Burgmann H, Posch M, et al. The assessment of four different methods to verify tracheal tube placement in the critical care setting. *Anesth Analg*. 1999 Apr;88(4):766–70.
5. Sedation et analgesie en structure d'urgence (Réactualisation de la Conférence d'experts de la Sfar de 1999) [Internet]. SFAR - Société Française d'Anesthésie et de Réanimation.
6. Neumar RW, Otto CW, Link MS, Kronick SL, Shuster M, Callaway CW, et al. Part 8: Adult Advanced Cardiovascular Life Support 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2010 Nov 2;122(18 suppl 3):S729–67.
7. Silvestri S, Ralls GA, Krauss B, Thundiyil J, Rothrock SG, Senn A, et al. The effectiveness of out-of-hospital use of continuous end-tidal carbon dioxide monitoring on the rate of unrecognized misplaced intubation within a regional emergency medical services system. *Ann Emerg Med*. 2005 May;45(5):497–503.
8. Li J. Capnography alone is imperfect for endotracheal tube placement confirmation during emergency intubation. *J Emerg Med*. 2001 Apr;20(3):223–9.
9. Grmec S. Comparison of three different methods to confirm tracheal tube placement in emergency intubation. *Intensive Care Med*. 2002 Jun;28(6):701–4.
10. Sim S-S, Lien W-C, Chou H-C, Chong K-M, Liu S-H, Wang C-H, et al. Ultrasonographic lung sliding sign in confirming proper endotracheal intubation during emergency intubation. *Resuscitation*. 2012 Mar;83(3):307–12.
11. Weaver B, Lyon M, Blaivas M. Confirmation of endotracheal tube placement after intubation using the ultrasound sliding lung sign. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. 2006 Mar;13(3):239–44.
12. Werner SL, Smith CE, Goldstein JR, Jones RA, Cydulka RK. Pilot study to evaluate the accuracy of ultrasonography in confirming endotracheal tube placement. *Ann Emerg Med*. 2007 Jan;49(1):75–80.

13. Pfeiffer P, Bache S, Isbye DL, Rudolph SS, Roving L, Børghlum J. Verification of endotracheal intubation in obese patients - temporal comparison of ultrasound vs. auscultation and capnography. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2012 May;56(5):571–6.
14. Takeda T, Tanigawa K, Tanaka H, Hayashi Y, Goto E, Tanaka K. The assessment of three methods to verify tracheal tube placement in the emergency setting. *Resuscitation*. 2003 Feb;56(2):153–7.
15. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation en collaboration avec la Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie - Prise en charge des voies aériennes en anesthésie adulte à l'exception de l'intubation difficile - Conférence de Consensus 2002
16. Modalités de la sédation et / ou de l'analgésie en situation extrahospitalière. Conférence d'experts- Elsevier Masson -collection SFAR, année 2000, isbn 9782842992187
17. Raphael DT, Conard FU. Ultrasound confirmation of endotracheal tube placement. *J Clin Ultrasound JCU*. 1987 Sep;15(7):459–62.
18. Drescher MJ, Conard FU, Schamban NE. Identification and Description of Esophageal Intubation Using Ultrasound. *Acad Emerg Med*. 2000 juin;7(6):722–5.
19. Milling TJ, Jones M, Khan T, Tad-y D, Melniker LA, Bove J, et al. Transtracheal 2-d ultrasound for identification of esophageal intubation. *J Emerg Med*. 2007 May;32(4):409–14.
20. Chou H-C, Chong K-M, Sim S-S, Ma MH-M, Liu S-H, Chen N-C, et al. Real-time tracheal ultrasonography for confirmation of endotracheal tube placement during cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2013 Dec;84(12):1708–12.
21. Adi O, Chuan TW, Rishya M. A feasibility study on bedside upper airway ultrasonography compared to waveform capnography for verifying endotracheal tube location after intubation. *Crit Ultrasound J*. 2013;5(1):7.
22. Das SK, Choupoo NS, Haldar R, Lahkar A. Transtracheal ultrasound for verification of endotracheal tube placement: a systematic review and meta-analysis. *Can J Anesth Can Anesth*. 2015 Apr;62(4):413–23.
23. Chun R, Kirkpatrick AW, Sirois M, Sargasyn AE, Melton S, Hamilton DR, et al. Where's the tube? Evaluation of hand-held ultrasound in confirming endotracheal tube placement. *Prehospital Disaster Med*. 2004 Dec;19(4):366–9.
24. Park SC, Ryu JH, Yeom SR, Jeong JW, Cho SJ. Confirmation of endotracheal intubation by combined ultrasonographic methods in the Emergency Department. *Emerg Med Australas EMA*. 2009 Aug;21(4):293–7.
25. Stuntz R, Kochert E, Kehrl T, Schradling W. The effect of sonologist experience on the ability to determine endotracheal tube location using transtracheal ultrasound. *Am J Emerg Med*. 2014 Mar;32(3):267–9.

26. Chenkin J, McCartney CJL, Jelic T, Romano M, Heslop C, Bandiera G. Defining the learning curve of point-of-care ultrasound for confirming endotracheal tube placement by emergency physicians. *Crit Ultrasound J*. 2015 Dec;7(1):14.
27. Lichtenstein D. Échographie pulmonaire en réanimation et aux urgences. *Réanimation*. 2008 Dec;17(8):722–30.
28. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby J-J. Comparative Diagnostic Performances of Auscultation, Chest Radiography, and Lung Ultrasonography in Acute Respiratory Distress Syndrome. *J Am Soc Anesthesiol*. 2004 Jan 1;100(1):9–15.
29. Hejblum G, Chalumeau-Lemoine L, Ioos V, Boëlle P-Y, Salomon L, Simon T, et al. Comparison of routine and on-demand prescription of chest radiographs in mechanically ventilated adults: a multicentre, cluster-randomised, two-period crossover study. *The Lancet*. 2009 Nov;374(9702):1687–93.
30. Brenner DJ, Hall EJ. Computed Tomography — An Increasing Source of Radiation Exposure. *N Engl J Med*. 2007 Nov 29;357(22):2277–84.
31. Alonso Quintela P, Oulego Erroz I, Mora Matilla M, Rodríguez Blanco S, Mata Zubillaga D, Regueras Santos L. [Usefulness of bedside ultrasound compared to capnography and X-ray for tracheal intubation]. *An Pediatría Barc Spain* 2003. 2014 Nov;81(5):283–8.
32. Grmec Š, Lah K, Tušek-Bunc K. Difference in end-tidal CO₂ between asphyxia cardiac arrest and ventricular fibrillation/pulseless ventricular tachycardia cardiac arrest in the prehospital setting. *Crit Care*. 2003;7(6):R139–44.
33. Adnet F, Jouriles NJ, Le Toumelin P, Hennequin B, Taillandier C, Rayeh F, et al. Survey of Out-of-hospital Emergency Intubations in the French Prehospital Medical System: A Multicenter Study. *Ann Emerg Med*. 1998 Oct;32(4):454–60.
34. Freysz M. Quelle mise en condition?. In: Société française d'éditeurs médicaux, editor. *Le traumatisé grave*. Paris: Actualités en réanimation préhospitalière 2002; 2003. p. 85 – 111.
35. Massen H, Mercat C. Intérêt des explorations par les ultrasons dans les véhicules de transports primaires d'urgence des malades ou blessés. *Rev Samu* 1983;7:321–7.
36. Petrovic T, Lenoir G, Galinski M, Adnet F, Fleury M, Wipf P, Lapandry C, Lapostolle F. Echographie en médecine d'urgence préhospitalière: Quelle formation pour quelle performance?, *Congrès Urgences 2003 (Paris)*, JEUR, 2003,16,1S61,148.
37. Hansel N. Disponibilité, formation et applications de l'échographie par les médecins urgentistes dans les services d'accueil d'urgences et en médecine préhospitalière en France [Thèse d'exercice]. [France]: Université de Montpellier I. Faculté de médecine; 2011.

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche de recueil distribuée dans chaque centre (format A3, 3 pages)

Page 1/3

<p>ÉCHOGRAPHIE PULMONAIRE ET TRACHÉALE versus RADIOGRAPHIE DE THORAX Vérification de la position de la sonde en post intubation au SAU</p>								
<ul style="list-style-type: none"> • Nom du patient : • Date de naissance du patient : • Sexe du patient : 	<div style="border: 1px solid black; background-color: #e0f2f1; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>ETIQUETTE PATIENT</p> </div>							
<p>- INDICATION D'INTUBATION : :</p> <p>.....</p>								
<p>- PROTOCOLE D'INTUBATION :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etomidate, posologie : • Propofol, posologie : • Ketamine, posologie : • Autre, posologie : 								
<p>- CURARISATION DU PATIENT :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Succinylcholine, posologie : • Autre, posologie: • NON, pourquoi? : 								
<p>- VENTILATION MÉCANIQUE, caractéristiques:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">• Mode :</td> <td style="width: 33%;">• FIO2 :</td> <td style="width: 33%;">• PEP :</td> </tr> <tr> <td>• PIP :</td> <td>• Vt :</td> <td>• Fréquence :</td> </tr> </table>			• Mode :	• FIO2 :	• PEP :	• PIP :	• Vt :	• Fréquence :
• Mode :	• FIO2 :	• PEP :						
• PIP :	• Vt :	• Fréquence :						
<p>- RÉSULTATS DE L'ETCO2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6 cycles ventilations consécutifs visualisés: OUI / NON 								
<p>- RÉSULTATS DE LA RADIOGRAPHIE DE THORAX :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distance entre l'extrémité de la sonde d'intubation et la carène : • Sélectivité de l'intubation : OUI / NON • Atélectasie : OUI / NON • Autre remarque : 								

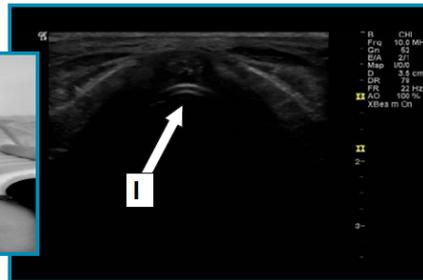
- RÉSULTATS DE L'ÉCHOGRAPHIE TRACHÉALE ET PULMONAIRE :

• **Echographie Trachéale :**

Sonde d'intubation en position intra trachéale :

OUI = 1 point

NON = 0 point



• **Echographie Pulmonaire :**

• Champ pulmonaire antérieur droit :

- Glissement pleural : **OUI = 1 point**

NON = 0 point

- Autre signe :

• Champ pulmonaire latéral droit :

- Glissement pleural : **OUI = 1 point**

NON = 0 point

- Autre signe :

• Champ pulmonaire antérieur gauche :

- Glissement pleural : **OUI = 1 point**

NON = 0 point

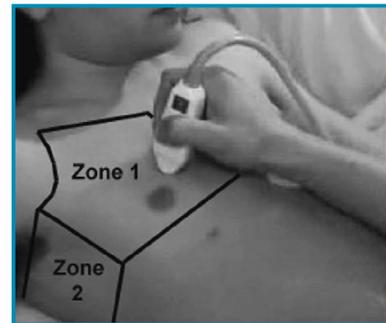
- Autre signe :

• Champ pulmonaire latéral gauche :

- Glissement pleural : **OUI = 1 point**

NON = 0 point

- Autre signe :



SCORE TOTAL MÉTHODE ETP : /5

- DÉLAIS :

Heure d'Arrivée au SAU :

Heure d'Intubation (6 capnogrammes visualisés):

Heure de Début de l'Echographie,
(inscrite sur le premier cliché échographique):Heure de Fin de l'Echographie,
(inscrite sur le dernier cliché échographique):

Heure Radiographie de thorax (inscrite sur le cliché):

Votre catégorie :- Novice en échographie : - Opérateur confirmé : ***Ne pas oublier :***

- échographie trachéale: enregistrement de type clip vidéo de 5 secondes
- échographie pulmonaire: image en mode statique bidimensionnel
+ clip video de quelques secondes en mode TM
(pour chacun des 4 champs pulmonaires)

Annexe 2 : Déclaration CIL CH Béthune

Registre CIL - Centre Hospitalier de Béthune						
Date de mise en œuvre	Finalité	détails du traitement	Service chargé de la mise en œuvre	Service à contacter pour le droit d'accès	Catégories de personne concernée par le traitement	Durée de conservation des données
Déclaration au registre du CIL de traitement de données personnelles pour les études et thèses (équivalent aux déclarations normales et simplifiée CNIL)						
			Urgences	Urgences	Données traitées	Mise à jour
D'avril à décembre 2015	Thèse de médecine générale qui porte sur une étude comparative de l'échographie pulmonaire et trachéale versus Radiographie de thorax en post intubation au SAU ; Contexte : L'intubation oro-trachéale en situation d'urgence est un geste fréquent au sein des services d'urgence, et qui relève d'une situation à risque. Le placement correct de la sonde d'intubation dans la trachée doit être systématiquement vérifié après chaque intubation.	Informations d'imagerie médicale venant de d'un échographie (images et clips vidéos) et informations d'identité et médicales provenant d'une fiche de recueil de données. Les données sont anonymisées dans la thèse.	Urgences	Urgences	Patient qui ont consulté aux urgences entre avril et décembre 2015 répondant aux critères de l'étude. Identités (Nom, prénom, date de naissance, sexe) Données médicales : - Indication d'intubation - protocole d'intubation - Curarisation du patient - Caractéristiques de la ventilation mécanique - Résultats de l'ETCO2 de thorax - Résultats de l'échographie trachéale et pulmonaire avec images et clips vidéos - Délais de prise en charge - Niveau de compétence de l'opérateur d'échographie	Conservation des autorisations sur 20 ans

AUTEUR : Nom : ALGLAVE

Prénom : Maud

Date de Soutenance : Jeudi 10 Mars 2016

Titre de la Thèse : FAISABILITÉ D'UNE MÉTHODE ÉCHOGRAPHIQUE DANS LA VÉRIFICATION DU BON POSITIONNEMENT DE LA SONDE D'INTUBATION AU DÉCOURS D'UNE INTUBATION ORO-TRACHÉALE AU S.A.U.

Thèse - Médecine - Lille 2016

Cadre de classement : Urgences

DES + spécialité : Médecine Générale

Mots-clés : Intubation – Sonde d'intubation – Echographie trachéale – Echographie pulmonaire

Résumé :

Contexte : L'intubation oro-trachéale (IOT) réalisée en situation d'urgence est un geste aux conséquences potentiellement désastreuses notamment en cas de méconnaissance d'une intubation oesophagienne. Il est donc impératif de confirmer le placement trachéal de la sonde d'intubation (SI) dans les plus brefs délais. Plusieurs méthodes de vérification existent, mais aucune n'est idéale. La capnographie est actuellement recommandée en France, mais c'est souvent la radiographie thoracique qui est réalisée. Peu de travaux ont étudié l'intérêt d'une méthode échographique simple associant échographie trachéale et pulmonaire dans la vérification du bon placement de la SI.

Méthode : Etude descriptive et prospective réalisée entre avril et décembre 2015 incluant 41 patients âgés de plus de 18 ans nécessitant une IOT au sein d'un service d'accueil des urgences (SAUV) de deux centres hospitaliers. Le placement correct de la SI était validé par l'obtention de six capnogrammes corrects consécutifs et par la radiographie thoracique. Notre méthode échographique trachéale et pulmonaire (méthode ETP), réalisée au décours de l'IOT au lit du patient par un opérateur expert ou novice en échographie, était considérée comme positive si l'échographie cervicale confirmait la position trachéale de la SI et si l'échographie pulmonaire réalisée en quatre points observait un glissement pleural. L'échographie et la radiographie étaient effectuées le plus rapidement possible afin d'étudier leurs délais de réalisation.

Résultats : Notre méthode ETP était positive chez 100% des patients et s'opérait en une durée médiane de 2 minutes. Les délais médians de réalisation de l'échographie et de la radiographie thoracique étaient respectivement de 15 et 51 minutes, l'échographie se révélant être réalisée avec une avance de 29 minutes ($p < 0,05$).

Conclusion : Vérifier le bon placement trachéal de la SI par une méthode échographique simple, non invasive, et non irradiante associant l'échographie trachéale et pulmonaire est faisable. De plus, la technique est d'apprentissage rapide chez des opérateurs novices en échographie, reproductible, réalisable au lit du patient dans un délai très court, et envisageable en situation extrahospitalière. Couplée à la capnographie, elle pourrait même remplacer la radiographie thoracique. Son intérêt dans la détection de l'intubation sélective semble envisageable.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur E. WIEL

Asseseurs : Monsieur le Professeur E. KIPNIS

Monsieur le Docteur J-M. RENARD

Monsieur le Docteur A-E. DUBART