

Université de Poitiers

Faculté de Médecine et Pharmacie

ANNEE 2013-2014

Thèse n°

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE (décret du 16 janvier 2004)

présentée et soutenue publiquement
le 19 Juin 2013 à Poitiers

par **Monsieur Thomas KERFORNE**

**Evaluation d'une méthode échographique de contrôle du bon
positionnement de la sonde d'intubation oro-trachéale (SIOT) sur modèle
cadavérique**

COMPOSITION DU JURY

Président : Monsieur le Professeur Bertrand DEBAENE

Membres : Monsieur le Professeur Olivier MIMOZ
Monsieur le Professeur Jean-Pierre RICHER

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Franck PETITPAS

Université de Poitiers

Faculté de Médecine et Pharmacie

ANNEE 2013-2014

Thèse n°

THESE **POUR LE DIPLOME D'ETAT** **DE DOCTEUR EN MEDECINE** **(décret du 16 janvier 2004)**

présentée et soutenue publiquement
le 19 Juin 2013 à Poitiers

par **Monsieur Thomas KERFORNE**

**Evaluation d'une méthode échographique de contrôle du bon
positionnement de la sonde d'intubation oro-trachéale (SIOT) sur modèle
cadavérique**

COMPOSITION DU JURY

Président : Monsieur le Professeur Bertrand DEBAENE

Membres : Monsieur le Professeur Olivier MIMOZ
Monsieur le Professeur Jean-Pierre RICHER

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Franck PETITPAS



UNIVERSITE DE POITIERS

Faculté de Médecine et de Pharmacie



Le Doyen,

Année universitaire 2012 - 2013

LISTE DES ENSEIGNANTS DE MEDECINE

Professeurs des Universités-Praticiens Hospitaliers

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. AGIUS Gérard, bactériologie-virologie2. ALLAL Joseph, thérapeutique3. BATAILLE Benoît, neurochirurgie4. BENSADOUN René-Jean, oncologie - radiothérapie5. BRIDOUX Frank, néphrologie6. BURUCOA Christophe, bactériologie - virologie7. CARRETIER Michel, chirurgie générale8. CHEZE-LE REST Catherine, biophysique et médecine nucléaire9. CHRISTIAENS Luc, cardiologie10. CORBI Pierre, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire11. DAGREGORIO Guy, chirurgie plastique et reconstructrice12. DEBAENE Bertrand, anesthésiologie réanimation13. DEBIAIS Françoise, rhumatologie14. DORE Bertrand, urologie15. DUFOUR Xavier, Oto-Rhino-Laryngologie16. EUGENE Michel, physiologie17. FAURE Jean-Pierre, anatomie18. FRITEL Xavier, gynécologie-obstétrique19. FROMONT-HANKARD Gaëlle, anatomie et cytologie pathologiques20. GAYET Louis-Etienne, chirurgie orthopédique et traumatologique21. GICQUEL Ludovic, pédopsychiatrie22. GILBERT Brigitte, génétique23. GOMBERT Jean-Marc, immunologie24. GOUJON Jean-Michel, anatomie et cytologie pathologiques25. GUILHOT-GAUDEFFROY François, hématologie et transfusion26. GUILLET Gérard, dermatologie27. GUILLEVIN Rémy, radiologie et imagerie médicale28. HADJADJ Samy, endocrinologie et maladies métaboliques29. HANKARD Régis, pédiatrie30. HAUET Thierry, biochimie et biologie moléculaire31. HERPIN Daniel, cardiologie32. HOUETO Jean-Luc, neurologie33. INGRAND Pierre, biostatistiques, informatique médicale34. IRANI Jacques, urologie35. JABER Mohamed, cytologie et histologie36. KARAYAN-TAPON Lucie, oncologie37. KEMOUN Gilles, médecine physique et réadaptation
(détachement)38. KITZIS Alain, biologie cellulaire39. KLOSSEK Jean-Michel, Oto-Rhino- Laryngologie40. KRAIMPS Jean-Louis, chirurgie générale41. LECRON Jean-Claude, biochimie et biologie moléculaire42. LEVARD Guillaume, chirurgie infantile43. LEVILLAIN Pierre, anatomie et cytologie pathologiques44. MAGNIN Guillaume, gynécologie-obstétrique (surnombre)45. MARCELLI Daniel, pédopsychiatrie (surnombre)46. MARECHAUD Richard, médecine interne47. MAUCO Gérard, biochimie et biologie moléculaire48. MENU Paul, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire49. MEURICE Jean-Claude, pneumologie | <ol style="list-style-type: none">50. MIMOZ Olivier, anesthésiologie - réanimation51. MORICHAU-BEAUCHANT Michel, hépato-gastro-entérologie52. NEAU Jean-Philippe, neurologie53. ORLOT Denis, pédiatrie54. PACCALIN Marc, gériatrie55. PAQUEREAU Joël, physiologie56. PERAULT Marie-Christine, pharmacologie clinique57. PERDRISOT Rémy, biophysique et médecine nucléaire58. PIERRE Fabrice, gynécologie et obstétrique59. POURRAT Olivier, médecine interne60. PRIES Pierre, chirurgie orthopédique et traumatologique61. RICCO Jean-Baptiste, chirurgie vasculaire62. RICHER Jean-Pierre, anatomie63. ROBERT René, réanimation64. ROBLOT France, maladies infectieuses, maladies tropicales65. ROBLOT Pascal, médecine interne66. RODIER Marie-Hélène, parasitologie et mycologie67. SENON Jean-Louis, psychiatrie d'adultes68. SILVAIN Christine, hépato-gastro- entérologie69. SOLAU-GERVAIS Elisabeth, rhumatologie70. TASU Jean-Pierre, radiologie et imagerie médicale71. TOUCHARD Guy, néphrologie72. TOURANI Jean-Marc, oncologie73. WAGER Michel, neurochirurgie |
|---|---|

Maîtres de Conférences des Universités-Praticiens Hospitaliers

1. ARIES Jacques, anesthésiologie - réanimation
2. BEBY-DEFAUX Agnès, bactériologie - virologie
3. BEN-BRIK Eric, médecine du travail
4. BOURMEYSTER Nicolas, biologie cellulaire
5. CASTEL Olivier, bactériologie - virologie - hygiène
6. CATEAU Estelle, parasitologie et mycologie
7. CREMNITER Julie, bactériologie - virologie
8. DAHYOT-FIZELIER Claire, anesthésiologie - réanimation
9. DIAZ Véronique, physiologie
10. FAVREAU Frédéric, biochimie et biologie moléculaire
11. FRASCA Denis, anesthésiologie - réanimation
12. GUILLARD Olivier, biochimie et biologie moléculaire
13. HURET Jean-Loup, génétique
14. JAAFARI Nematollah, psychiatrie d'adultes
15. LAFAY Claire, pharmacologie clinique
16. LEVEZIEL Nicolas, ophtalmologie
17. MIGEOT Virginie, santé publique
18. ROY Lydia, hématologie
19. SAPANET Michel, médecine légale
20. THILLE Arnaud, réanimation
21. TOUGERON David, hépato-gastro-entérologie

Professeur des universités de médecine générale

GOMES DA CUNHA José

Professeur associé des disciplines médicales

SCEPI Michel, thérapeutique et médecine d'urgence

Maîtres de Conférences associés de Médecine générale

BINDER Philippe
BIRAULT François
FRECHE Bernard
GIRARDEAU Stéphane
GRANDCOLIN Stéphanie
PARTHENAY Pascal
VALETTE Thierry

Professeur certifié d'Anglais

DEBAIL Didier

Maître de conférences des disciplines pharmaceutiques enseignant en médecine

MAGNET Sophie, bactériologie - virologie

Professeurs émérites

1. BECQ-GIRAUDON Bertrand, maladies infectieuses, maladies tropicales
2. DABAN Alain, oncologie radiothérapie
3. FAUCHERE Jean-Louis, bactériologie - virologie
4. GIL Roger, neurologie
5. LAPIERRE Françoise, neurochirurgie

Professeurs et Maîtres de Conférences honoraires

1. ALCALAY Michel, rhumatologie
2. BABIN Michèle, anatomie et cytologie pathologiques
3. BABIN Philippe, anatomie et cytologie pathologiques
4. BARBIER Jacques, chirurgie générale (ex émérite)
5. BARRIERE Michel, biochimie et biologie moléculaire
6. BEGON François, biophysique, Médecine nucléaire
7. BOINOT Catherine, hématologie - transfusion
8. BONToux Daniel, rhumatologie (ex émérite)
9. BURIN Pierre, histologie
10. CASTETS Monique, bactériologie - virologie – hygiène
11. CAVELLIER Jean-François, biophysique et médecine nucléaire
12. CHANSIGAUD Jean-Pierre, biologie du développement et de la reproduction
13. CLARAC Jean-Pierre, chirurgie orthopédique
14. DESMAREST Marie-Cécile, hématologie
15. DEMANGE Jean, cardiologie et maladies vasculaires
16. FONTANEL Jean-Pierre, Oto-Rhino Laryngologie (ex émérite)
17. GOMBERT Jacques, biochimie
18. GRIGNON Bernadette, bactériologie
19. JACQUEMIN Jean-Louis, parasitologie et mycologie médicale
20. KAMINA Pierre, anatomie (ex émérite)
21. LARSEN Christian-Jacques, biochimie et biologie moléculaire
22. MAIN de BOISSIERE Alain, pédiatrie
23. MARILLAUD Albert, physiologie
24. MORIN Michel, radiologie, imagerie médicale
25. PATTE Dominique, médecine interne
26. PATTE Françoise, pneumologie
27. POINTREAU Philippe, biochimie
28. REISS Daniel, biochimie
29. RIDEAU Yves, anatomie
30. SULTAN Yvette, hématologie et transfusion
31. TALLINEAU Claude, biochimie et biologie moléculaire
32. TANZER Joseph, hématologie et transfusion (ex émérite)
33. VANDERMARCCQ Guy, radiologie et imagerie médicale

Remerciements

A Monsieur le Professeur Bertrand Debaene,

Vous me faites l'honneur de présider ce jury de thèse,

Pour m'avoir enseigné rigueur, esprit critique et art de la communication.

Pour votre confiance et votre soutien

Soyez assuré de mon profond respect.

A Monsieur le Professeur Olivier Mimos,

Vous m'avez fait l'honneur de participer ce travail,

Pour la pertinence de vos conseils, votre grande disponibilité et votre patience,

Pour m'avoir fait confiance et soutenu dans mes idées,

Soyez assuré de ma sincère gratitude.

A Monsieur le Professeur Jean-Pierre RICHER,

Pour avoir accepté de juger ce travail,

Pour nos diverses collaborations tant scientifiques qu'auprès des patients,

Soyez assuré de mes remerciements les plus sincères.

A Monsieur le Docteur Franck PETITPAS

Tu m'as fait l'honneur de diriger ce travail

C'est un privilège d'avoir travaillé avec toi,

Merci pour ton enthousiasme, tes critiques avisées et ta

Confiance.

A Monsieur le Docteur Michel PINSARD

Travailler avec toi donne tout son sens à la notion de compagnonnage. Tu es pour moi un mentor, j'ai hâte qu'on poursuive l'aventure.

A Monsieur le Docteur Hervé LANQUETOT

Tu es un des praticiens qui ont marqué mon internat, je te remercie pour ta perpétuelle curiosité, tes précieux conseils et ta disponibilité.

A l'équipe médicale de réanimation chirurgicale, Hodanou, Leïla et Didier, j'ai beaucoup appris à vos côtés, travailler avec vous a été un réel plaisir.

A l'équipe de réanimation polyvalente du CH de la Rochelle : Olivier Lesieur (tu m'as fait découvrir l'échographe ce formidable outil et le « *Corrigans* »), **Virginie Verrier, Frédéric Guillaume, Patrick Duféant et Philippe Bouillard**, merci d'avoir encadré mes premières armes en réanimation.

Aux MARs et particulièrement **Anne, Claude, Dudu, Laurent, Denis B, Denis F, Claire D, Claire B, Jean-Mathias, Stéphane C, Myriam, Fabienne, Jacqueline, Louis, Danielle, Karine, Catherine, Christian**, vous m'avez formé durant ces 5 années, merci pour tout.

A toute l'équipe paramédicale des réanimations chirurgicales cardiothoracique et polyvalentes : Guillaume, Mathilde, Laetitia, Fred, Graziella, Gwenola, Ronan, Tatiana, Christelle, Florence, Jérôme, Marine, Coralie, Sylvine, Karine, Elsa, Paulette, Mickael, Nico, Stéphane, Stéphanie, Erika, Julie, Karine, Elodie, Julie, Caro, Caro F, Clémence, Valérie, Mélanie et Christelle Plumereau (cadre de

choc !) pour votre gentillesse, votre bonne humeur même en situation de crise et vos compétences, c'est un plaisir de travailler à vos côtés.

A toutes les IDE et AS en particulier **le Kern, Brigitte, Sabrina, Anne, Delphine, DD, Sylvie, Alexis, Jessica, Malvina, Hélène, Marie, Olivia, Choupinet, Laure, Marie Agnès, Amélie, Christelle, Céline, Véronique et JF** pour votre patience, vos bons soins et votre capacité à gérer l'ingérable...

Aux IADEs :

Pierre Marie, Stéphane F, Laurent G, Laurent D, Alain C, Guillaume, pour votre humour décapant, vos enseignements et le plaisir de bosser avec vous.

Réjeanne, Marie Claude, Stéphanie, Brigitte, Dominique, Tati pou, Christelle, Ida, Sandrine, Véronique, Nathalie pour m'avoir appris à organiser mon espace (réduit) de travail, et votre bonne humeur.

A mes camarades: Benoît, Loupec, Boni, Flavie, Matthieu, Zaz, (KB spirit), (encore pardon d'avoir été probablement le pire « *co-voitureur* » *de tout les temps*) à votre solidarité et votre esprit d'équipe sans faille).

Hélène ton délicieux cynisme, ton second degré et ta classe sans faille.

Karen à l'énergie débordante, toujours prompte à rire et à donner le sourire

Duf, merci pour ces soirées à « dézinguer » des zombis virtuels et à m'enseigner le badminton façon « fouine ».

Rémi, j'ai été heureux d'être ton camarade en réa, au labo et autour du malt !

Tom, nos soirées à refaire le monde (prépare le ti-punch...)

Elodie M, Gégé, Karelle, Tetelle les bons moments passés en réa, au bloc et en ville...

Elodie B., tu es une des belles rencontres de l'aventure poitevine, merci de m'avoir fait découvrir les monuments locaux : le Futuroscope, la Grand' Goulle, les Baccantes...).

Les copains du « château » :

Chaichai, ton côté entier, tes blagues, ton pragmatisme au quotidien, ton amitié, on a fait du chemin ensemble depuis cette cuisine au crit... (note tu ne t'en souviens peut être pas).

Maité, ta cuisine (+++), ton soucis des autres, ton écoute, tes post-it...

Coco, ta maîtrise des pâtes, ta patience, ta capacité à me remettre dans le droit chemin, ton humour.

Sandy, ta maladresse, tes « coups de gueule ».

Gaelle « Sicsic », pour ta bonne humeur, ta gentillesse

Danion, tes crêpes, ton enthousiasme, ta droiture et tes sessions de bombardes improvisées dans le salon

A Maké, mon compère, on a fait le pari poitevin ensemble : sans regret !

Amélie, ton amitié, ta participation au cinéma dynamique.

Iris, ta joie de vivre, ta folie du ménage et ton amour du bac à légumes

Aux copains de la Rochelle et des « Schyzoportes lumineux » : Iurie & Sophie, Régis, Abêni, Pauli, Mitch, Tranber, Capera, Eli, Monsieur Benetou, Antoine, Ligori, Charlot, Elise, Hélène, Juju, Lolo, Carof.

A mes amis de Bicêtre : Persi, (oui c'est toi qui as définitivement la crête !), **Galou**, (ne laisse pas Galou faire trop souvent surface), **Fredyman** (« all we need is a ... »), **Johnart**, (apprend la cornemuse), **Marioune, Poiriotte, Fanny, Amandine, Val, Benj, Milie, Cyrus, Benj B.** (encore pardon pour le genou...), **Gatal, Dédé et Tai.**

A la fanfare des MAKABEs sans qui je n'aurais pas eu le même externat !

A ma famille :

Mes parents qui ont cru en moi et mon soutenu dans mes choix.

Quentin mon frère, nous savons tous les deux que la vérité est ailleurs... trouve ta voie, prend soin de Céline.

Mes grands parents Papi Jacques, Papi Jean, je suis enfin Docteur. Je regrette que Mami Denise et Mami André ne soient pas là pour le voir. **Mon oncle Jean et ma tante Nelly**.

Benjamin, on a fait du chemin mon vieux en 20 ans, merci pour toutes ces années et ton amitié sans faille.

Et enfin, merci à ***sus scrofa domesticus***, je nous souhaite une longue collaboration tant dans l'assiette que sous le microscope.

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION	10
II. MATERIEL ET METHODE	15
1. OBJECTIF PRINCIPAL DE L'ETUDE :	15
2. OBJECTIF SECONDAIRE DE L'ETUDE	15
3. CHOIX DU MODELE :	15
4. INTERVENTION	16
5. EVALUATION DE LA PERFORMANCE DE L'ADAPT.....	17
6. EVALUER LA PERFORMANCE DE L'ECHOGRAPHIE POUR FAIRE LE DIAGNOSTIQUE DE POSITIONNEMENT INTRA- OESOPHAGIEN DE LA SIET	19
7. COMPARAISON DES PERFORMANCES DIAGNOSTIQUES D'ECHOGRAPHISTES NOVICES PAR RAPPORT A UN ECHOGRAPHISTE CONFIRME APRES UNE COURTE FORMATION SUR L'ECHOGRAPHIE ET LA RECHERCHE ECHOGRAPHIQUE DE L'ADAPT.	20
8. L'ANALYSE STATISTIQUE.....	21
III. RESULTATS.....	22
IV. DISCUSSION	24
V. CONCLUSION	29
VI. REFERENCES	30
VII. RESUME	33

I. Introduction

Le placement correct de la sonde d'intubation endotrachéale (SIET) dans la trachée, définie comme le positionnement endotrachéale de l'extrémité de la sonde d'intubation (SIET) entre le plan de la glotte et la carène, doit être systématiquement vérifié après chaque intubation. En effet un mauvais placement de la SIET dans la filière digestive (œsophage) ou aérienne (que ce soit « à cheval » sur les cordes vocales ou dans une bronche souche excluant le poumon controlatéral de la ventilation) expose à des complications. Le placement de la SIET dans l'œsophage est un pourvoyeur majeur de morbi-mortalité due à hypoxémie. (1) Son emplacement dans la bronche ne compromet généralement pas l'oxygénation, mais augmente le risque d'atélectasie du poumon non ventilé. L'évaluation clinique de la bonne position de la SIET est difficile. (2) La visualisation directe sous laryngoscopie peut échouer en cas de mauvaise exposition ou d'identification erronée du larynx. L'auscultation pulmonaire ne peut pas exclure l'intubation bronchique. En préhospitalier le praticien ne dispose que de l'évaluation clinique (présence de buée dans la SIET, le soulèvement de la cage thoracique et la présence d'un murmure alvéolaire à l'auscultation pulmonaire) et de la capnographie pour s'assurer du positionnement correct de la SIET. Or une étude récente a mis en évidence que la majorité des patients ventilés en réanimation étaient intubés en préhospitalier (73,8%). (3) De plus, la bronchoscopie, méthode de référence, est une technique invasive, coûteuse, nécessitant une expertise et faisant courir un risque infectieux au patient. (4, 5) La capnographie permet de confirmer la position de la SIET dans l'arbre trachéo-bronchique mais ne permet pas d'éliminer une intubation sélective. D'autre part cette technique, dépendante du débit cardiaque est mise en défaut en cas de bas débit cardiaque ou d'arrêt circulatoire. (6)

La radiographie pulmonaire reste la technique la plus fréquemment utilisée en dehors de la salle d'opération, mais elle est coûteuse, a besoin d'un délai avant que les films puissent être consultés, les patients sont exposés à des rayons X, est moins précise que la bronchoscopie, et comme la bronchoscopie n'est pas disponible en extra hospitalier.

L'échographie, technique non invasive, a été proposé comme une alternative à la radiographie. (7) Initialement, les critères étaient basés sur des signes indirects d'intubation. L'échographie du mouvement du diaphragme a été décrit chez une population pédiatrique (8) mais n'a pas été évaluée chez les adultes. Le glissement des feuillets de la plèvre pariétale et viscérale a une sensibilité et une spécificité élevées chez les patients sans maladie pleuro-pulmonaire, mais inutile en présence d'un pneumothorax, épanchement pleural ou de syndrome de détresse respiratoire aigu (SDRA), des situations fréquemment rencontrées dans la population de patients graves. (9, 10)

Plus tard, la visualisation directe du ballonnet de la SIET dans la trachée ou l'œsophage a été évaluée chez des patients ou des cadavres avec des résultats intéressants. (11) La trachée apparaît en échographie 2D 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 SIET dans la trachée est identifié par la présence d'un artefact hyper-échogène type queue de comète(une fine ligne hyperéchogène, nette, ne s'épuisant pas avec la profondeur, figure 2) correspondant aux l'interfaces muqueuse-sonde-air, avec une sensibilité et une spécificité de 99% et 94%. L'intubation oesophagienne est identifiée par la présence de deux artefacts en queue de comète. Malheureusement, l'identification de ces critères nécessite des opérateurs expérimentés.

Figure 1 : Aspect échographique d'une section transversale de trachée

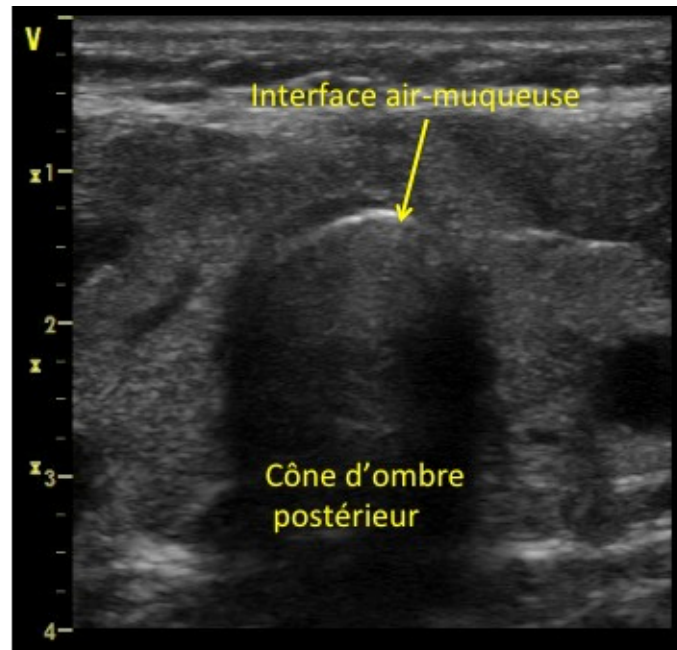
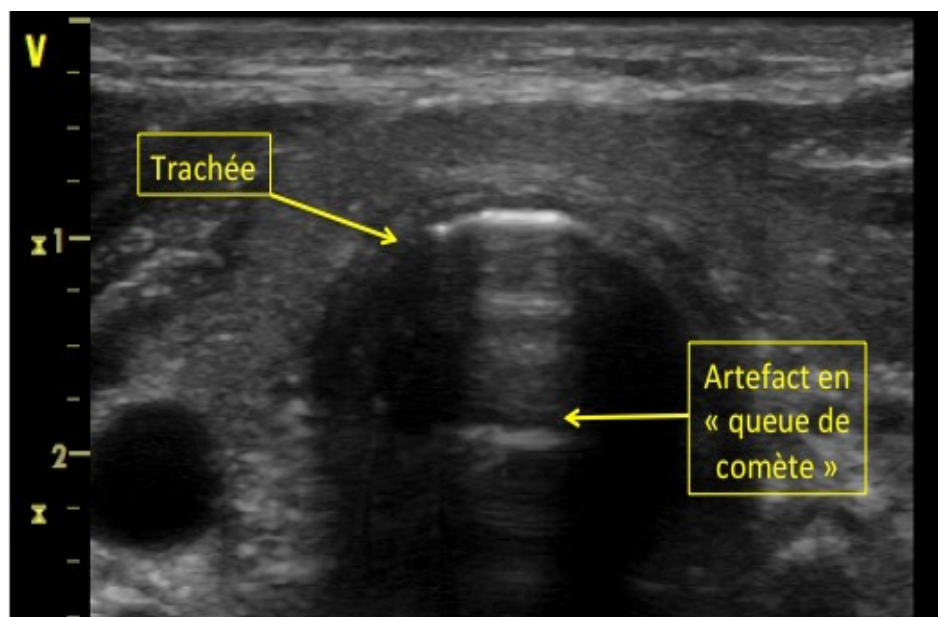


Figure 2 : Coupe transversale de la trachée avec une sonde d'intubation placée correctement. Présence du signe de « queue de comète » à l'interface muqueuse-sonde-air.



Une étude basée sur la visualisation de produit de contraste appelé "aspect de tempête de neige" lorsque l'opérateur remplit le ballonnet a montré que la technique peut être facilement utilisée par les échographistes débutants pour confirmer l'intubation correcte après une formation de courte durée avec une sensibilité et une spécificité de 96% et 100%. (12) Cependant, aucune de ces études n'a vérifié le bon positionnement de la sonde endotrachéale en utilisant une méthode de référence telle que la bronchoscopie. De plus, l'évaluation de la performance diagnostique des échographistes débutants n'a été réalisée que chez 8 étudiants utilisant un même cadavre. Dans notre expérience, la visualisation clinique directe et dynamique de l'opacification du ballonnet de la SIET par la solution de contraste ultrasonore (Fig. 3) est spécifique du positionnement de la sonde endotrachéale, mais sa sensibilité est faible (données personnelles). En revanche, la déformation de la trachée au cours de l'inflation du ballonnet avec une augmentation visible de son diamètre antéro-postérieur semble être présente dans tous les cas de positionnement correct de la SIET (données personnelles, Fig. 4). Les propriétés biomécaniques de la trachée avec la présence d'anneaux cartilagineux rigides dans sa partie antérieure et des fibres musculaires élastiques dans sa partie postérieure peuvent expliquer ces résultats.

Nous avons voulu évaluer la performance de l'augmentation du diamètre antéro-postérieur de la trachée (ADAPT) en échographie pour le diagnostic du positionnement correct de la SIET ainsi que sa facilité d'apprentissage.

Figure 3 : Aspect échographique dit "aspect de tempête de neige" au sein du ballonnet de la SIET après inflation du ballonnet par une solution de produit de contraste échographique. Ici un mélange au 1/15^{ème} d'air et de Gelofusine ®, (ATN: aspect de tempête de neige)

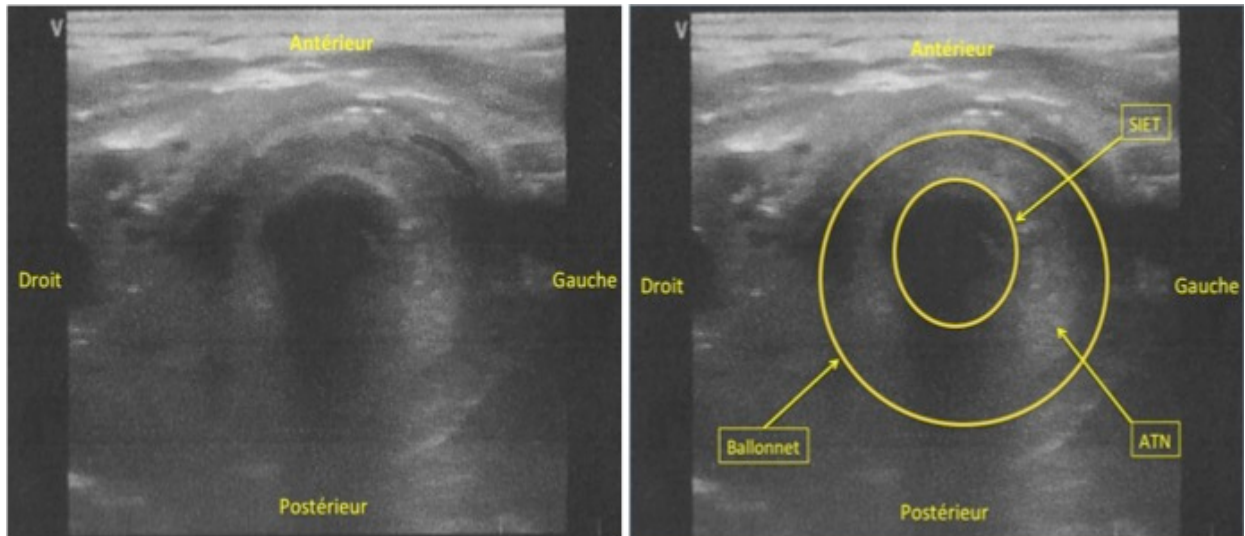
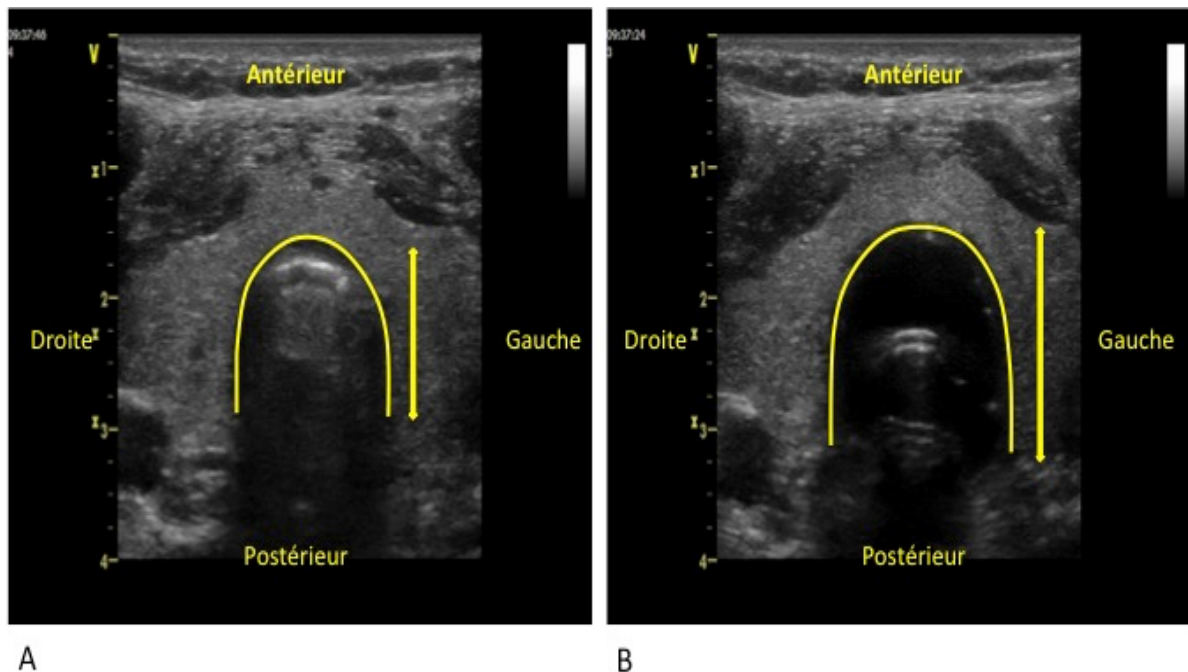


Figure 4 : Coupes transversales de la trachée (contourée en jaune) avec une sonde d'intubation placée correctement. A. Coupe avec un ballonnet dégonflé. B. Coupe avec un ballonnet gonflé conduisant à l'augmentation du diamètre antéro-postérieur de la trachée (flèches jaunes)



II. Matériel et méthode

Cette étude prospective, observationnelle a été menée au sein du laboratoire d'anatomie et du don du corps de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Poitiers et de l'Ecole de Chirurgie du Fer à Moulin à Paris de Mai 2011 à Mai 2012.

1. Objectif principal de l'étude :

Le but de cette étude était d'évaluer la performance d'un signe échographique original : l'augmentation du diamètre antéro-postérieur de la trachée (ADAPT) en échographie comme signe permettant d'affirmer le positionnement correct de la SIET.

2. Objectif secondaire de l'étude

- Evaluer la performance de l'échographie pour faire le diagnostic de positionnement intra-oesophagien de la SIET.
- Comparer les performances d'échographistes novices par rapport à un échographiste confirmé après une courte formation sur l'échographie et la recherche échographique de l'ADAPT.
- Relever l'incidence des complications mécaniques définies par une rupture du ballonnet de la SIET ou l'impossibilité de le vidanger complètement.

3. Choix du modèle :

Il n'existe à notre connaissance aucune évaluation de l'innocuité de l'inflation par un liquide du ballonnet d'une SIET. Pour des raisons éthiques l'étude été réalisée sur des corps fraîchement embaumés de personnes ayant légués leur corps à la science. Conformément à la loi française (numéro de collection: DC-2008-137).

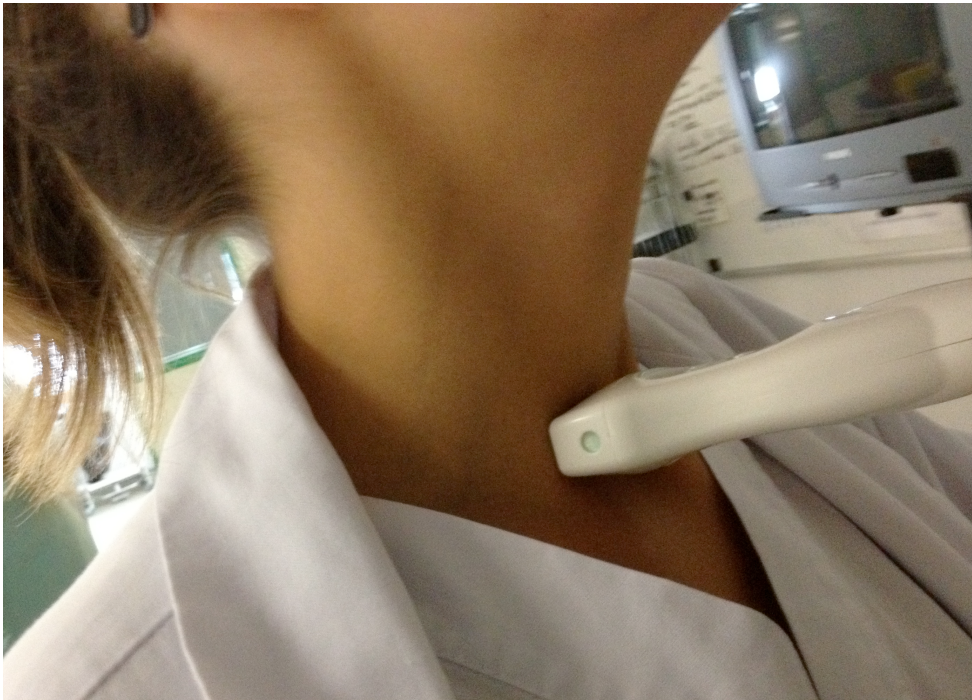
4. Intervention

Les corps ont été positionnés en position demi assise à 30 ° en début de procédure. Les sondes d'intubation endotrachéale utilisées avaient un diamètre interne de 7 ou 7,5 mm (Hi-Contour, Mallinckrodt Medical ®, Athlone, Irlande).

L'intubation correcte a été définie comme le positionnement de l'extrémité de la SIET dans la trachée entre le plan de la glotte et la carène. L'intubation incorrecte a été définie comme le positionnement de l'extrémité de la SIET dans l'œsophage ou dans une bronche souche. Tous les positionnements de l'extrémité de la SIET ont été contrôlés avec un laryngoscope à usage unique et un fibroscope (Ambu®, aScope™, Ballerup, Danemark). Un morceau de tissu a été placé sur la tête du cadavre pour cacher la longueur de la SIET sortant de la bouche du corps pour ne pas influencer l'échographe et respecter l'aveugle.

Les échographies ont été réalisées en utilisant une sonde ultrasonore plane de 10-MHz (Vivid-e ® General Electric, Royaume-Uni) selon les instructions du fabricant. La sonde a été placée sur la ligne médiane perpendiculairement à l'axe du cou entre le sternum et le cartilage cricoïde. (Photo 1) L'opérateur cherchait le meilleur plan de coupe échographique pour donner une section transversale de la trachée. Ensuite, le ballonnet de la sonde endotrachéale a été rempli avec une solution de contraste ultrasonore, un mélange de 1 ml d'air et de 15 ml de gélatine (4% Gelofusine ®, B / Braun, Melsungen, Allemagne).

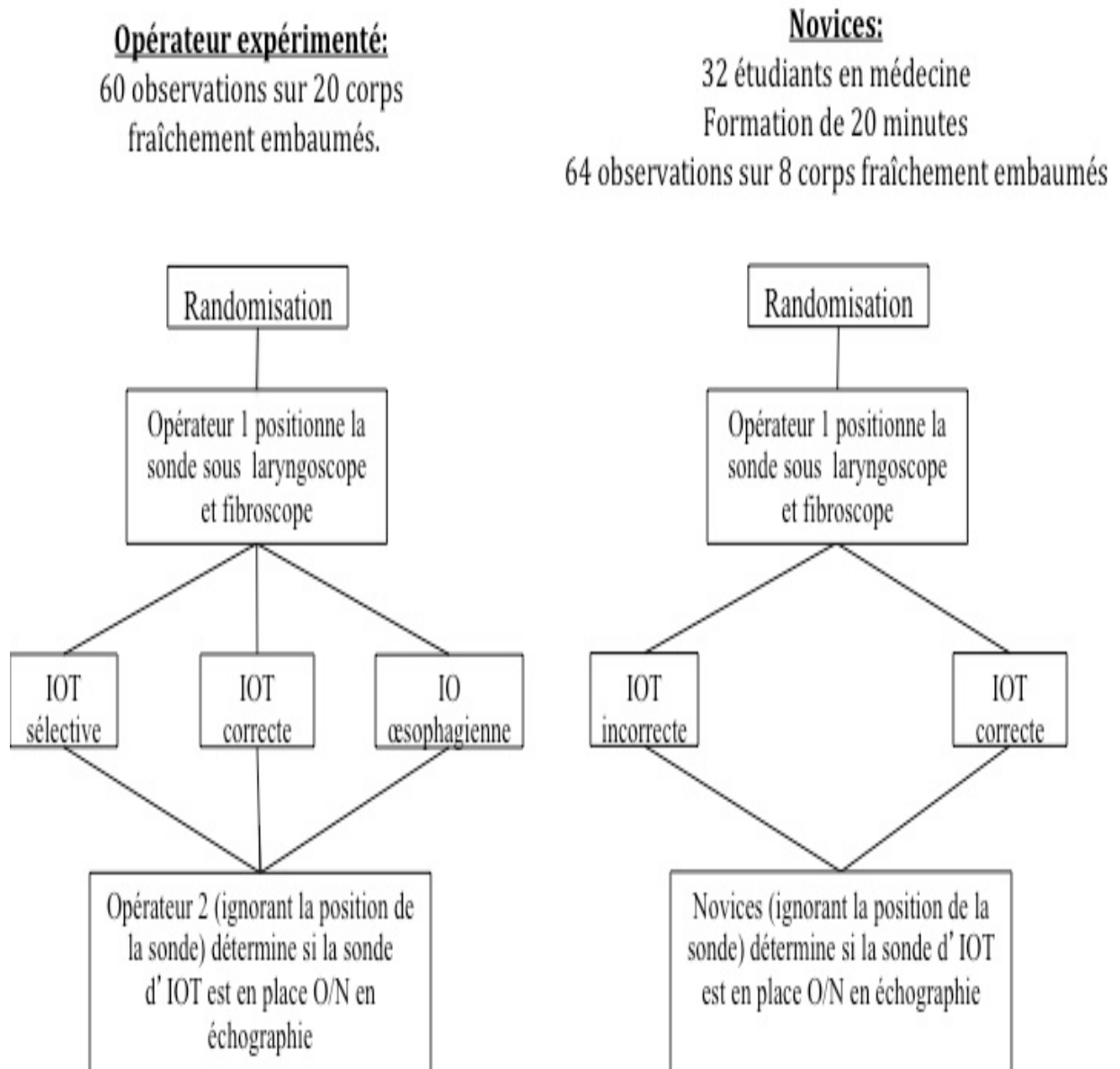
Photo1 :Positionnement de la sondeéchopgraphique (plane 10 Mhz) pour la réalisation d'une évaluation échographique de la trachée.



5. Evaluation de la performance de l'ADAPT

La performance de l'ADAPT en échographie comme signe permettant d'affirmer le positionnement correct de la SIET a été évaluée par un opérateur expérimenté à l'aide de 20 corps fraîchement embaumés. Le même opérateur (FP) a intubé chaque corps 3 fois selon une liste de randomisation précisant la position de l'extrémité de la sonde : trachéale, bronchique, oesophagienne (en utilisant une table de nombres aléatoires et équilibrée tous les 4 cadavres), ce qui conduit à 60 observations (30intubations trachéales, 15 intubations bronchiques, 15 intubations oesophagiennes). (Figure 5). Un second opérateur expérimenté (TK) en aveugle de la position de la sonde, jugeait, en recherchant l' ADAPT par échographie si la SIET était correctement positionnée ou non dans la trachée.

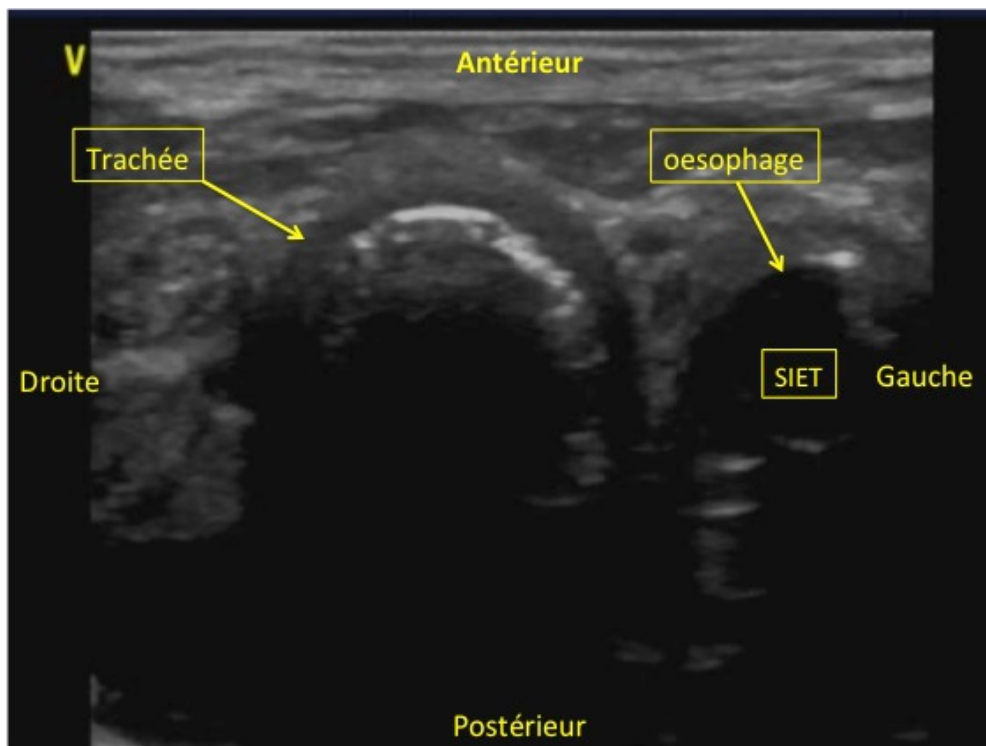
Figure 5 : Organigramme de l'étude



6. Evaluer la performance de l'échographie pour faire le diagnostique de positionnement intra-oesophagien de la SIET

Le diagnostique échographique d'une intubation œsophagienne se fait par la recherche de l'apparition d'un cône d'ombre postérieur paratrachéal droit ou gauche correspondant à l'ouverture de l'œsophage, normalement quasi invisible en échographie, par la SIET. (Fig.6) La voie d'abord échographique est identique à celle utilisée pour la recherche de l'ADAPT.

Figure 6 : Aspect échographique d'une position intra oesophagienne de la SIET



7. Comparaison des performances diagnostiques d'échographistes novices par rapport à un échographiste confirmé après une courte formation sur l'échographie et la recherche échographique de l'ADAPT.

La facilité d'apprentissage de cette méthode échographique de diagnostic du positionnement de la SIET a été évaluée auprès de 32 étudiants en médecine sans aucune connaissance en échographie. Les étudiants ont participé par groupes de cinq à six à une formation de 20 minutes.

Durant cette formation une première partie a consisté à leur expliquer brièvement l'utilisation de l'échographe, la sonde à utiliser, la voie d'abord échographique, le principe de la technique que nous avons développé et à leur faire manipuler l'échographe et la sonde.

La deuxième partie a consisté à leur faire visualiser des boucles vidéo d'acquisitions échographiques de séquences d'intubations correctes avec ADAPT en échographie et incorrectes (oesophagienne ou intra bronchique) sans ADAPT.

Huit cadavres différents des vingt premiers ont été intubés correctement ou non selon une liste de randomisation. Deux évaluations ont été réalisées par chaque étudiant sur deux cadavres différents, conduisant à un total de 64 évaluations. (Figure 5) Pour chaque étudiant, la position de la SIET pouvait être identique ou différent de telle sorte que la deuxième évaluation n'était pas influencée par le résultat de la première. La formation était uniquement axée sur l'apprentissage de la reconnaissance de l'ADAPT afin de détecter une intubation correcte, la capacité des novices pour diagnostiquer une intubation œsophagienne n'a pas été évaluée.

Durant l'ensemble de l'étude la survenue de complications mécaniques définies par la rupture du ballonnet de la SIET et l'impossibilité de vidanger complètement le ballonnet était également évaluée.

8. L'analyse statistique

La sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive et la valeur prédictive négative, l'indice de Youden et leur intervalle de confiance à 95% (95% IC) ont été calculés pour l'identification de l'intubation correcte et de l'intubation l'oesophagienne en utilisant XLSTAT ® version 1.2.2012 (Addinsoft, Paris, France). La comparaison des spécificités entre les deux groupes (débutants vs opérateurs expérimentés) a été réalisée en utilisant le test exact de Fisher. Les comparaisons étaient bilatérales et une valeur de p inférieure à 0,05 était considérée comme significative.

Le critère d'évaluation principal était la spécificité de l' ADAPT comme critère échographique de positionnement correct de la SIET. Nous avons estimé qu'une procédure de diagnostic précis devrait fournir une spécificité d'au moins 90% (c.-à-d pas plus de 3 échecs dans un échantillon de 60 mesures avec une incidence de mauvais placement de 50%). (13) Les critères secondaires étaient la différence entre l'opérateur expérimenté et les novices après formation de courte durée et la sensibilité pour détecter une intubation oesophagienne.

III. Résultats

L'observation, par un opérateur expérimenté, de l'ADAPT (Fig. 4) au cours de l'inflation du ballonnet de la SIET a permis le diagnostique d'intubation correcte avec une sensibilité de 90% (95% CI 83 à 95), une spécificité de 97% (95% CI 92 à 99), une valeur prédictive positive de 97% (95% CI 91 à 99), et une valeur prédictive négative de 91% (95% CI 84 à 95), conduisant à un indice de Youden de 0,87 (Tableau 1).

La sensibilité de l'échographie pour identifier une intubation œsophagienne a été de 53% (95% CI 44 à 63), la spécificité était de 80% (95% CI 71 à 87), la valeur prédictive positive était de 73% (95% CI 64 à 81), et la valeur prédictive négative de 63% (95% CI 53 à 72), conduisant à un indice de Youden de 0,33.

Les étudiants ont pu identifier l'intubation correcte par la recherche échographique de l'ADAPT avec une sensibilité de 91% (95% CI 76 à 97), une spécificité de 94% (95% CI 80 à 98), une valeur prédictive positive de 94% (95 % IC 79 à 98) et une valeur prédictive négative de 91% (95% CI 76 à 97), conduisant à un indice de Youden de 0,84. La spécificité des étudiants n'était pas significativement différente de celle de l'opérateur expérimenté (94% vs 97%, $P = 1$) (Tableau 1).

Une seule rupture du ballonnet de la SIET a été notée (0,8%); tous les ballonnets ont put être complètement vidés au cour de l'étude.

Table 1. Tableau de contingence des performances d'un opérateur expérimenté et d'étudiants pour le diagnostic d'intubation correcte ou non par l'observation échographique de l'ADAPT.

	Opérateur expérimenté (60 observations)		Etudiants (64 observations)		p
	Intubations Correctes N=30	Intubations Incorrectes N=30	Intubations Correctes N=32	Intubations Incorrectes N=32	
Présence de l'ADAPT	27	1	29	2	
Absence de l'ADAPT	3	29	3	30	
Sensibilité %(IC95%)	90 (83-95)		91 (76-91)		NA
Spécificité %(IC95%)	97 (92-99)		94 (80-97)		1
VPP %(IC95%)	97 (91-99)		94 (79-98)		NA
VPN %(IC95%)	91 (84-95)		91 (76-97)		NA
Indice de Youden	0,87		0,84		NA

IV. Discussion

Pour la première fois, un critère échographique précis et facile à apprendre a été décrit pour confirmer le placement correct de la SIET dans la trachée: l'ADAPT après inflation du ballonnet. Cette méthode présente de nombreux avantages: elle est non invasive et peut être rapidement apprise chez les novices, après une courte période de formation.

Dans notre expérience, la visualisation clinique directe et dynamique de l'opacification du ballonnet de la SIET par une solution de contraste ultrasonore (Fig. 3) est spécifique du positionnement correct de la SIET, mais sa sensibilité est faible (données personnelles). Cette différence peut s'expliquer par une variabilité qualitative de la solution de contraste utilisée. En effet, le mélange utilisé pour opacifier le ballonnet est normalisé dans sa composition (1 ml d'air dans 15 ml de gélatine), mais les propriétés physiques des microbulles ne sont pas uniformes. Or les deux principaux facteurs qui régissent l'interaction entre les microbulles d'un produit de contraste échographique et les ultrasons sont les propriétés physiques de la population de microbulles (type de gaz, la rigidité de la capsule, le diamètre moyen et la distribution de la population des bulles) et l'importance de la puissance des ultrasons délivré localement. Ce dernier paramètre dépend du type de sonde, des réglages de l'échographie, de la nature des structures étudiées et la nature des tissus traversés. Il est raisonnable de supposer que ce paramètre ne varie pas significativement entre les différentes observations, les réglages de l'échographe ne variant quasiment pas. Donc, c'est l'hétérogénéité probable des microbulles qui pourrait expliquer la variabilité de la qualité de l'opacification du ballonnet et donc la

faible performance du signe échographique basé sur l'opacification du ballonnet de la SIET avec une solution de contraste.

Dans notre étude la performance de l'échographie pour détecter une intubation oesophagienne est médiocre. Pour détecter l'ADAPT nous n'exercions pas de pression particulière sur le cou, la sonde échographique était juste pausée, or dans la littérature il est prouvé qu'une pression antéro-postérieure exercée sur le cartilage cricoïde entraîne un déplacement latéral de l'œsophage conduisant à une meilleure visualisation échographique de la SIET dans l'œsophage. (11) Sans cette pression, la position de l'œsophage est latéro-trachéale dans seulement 50% des cas. (14, 15) Si le positionnement de l'œsophage est rétro-trachéale, l'artefact d'ombre postérieur produit par l'air situé dans la trachée rend la visualisation de l'œsophage difficile, voire impossible.

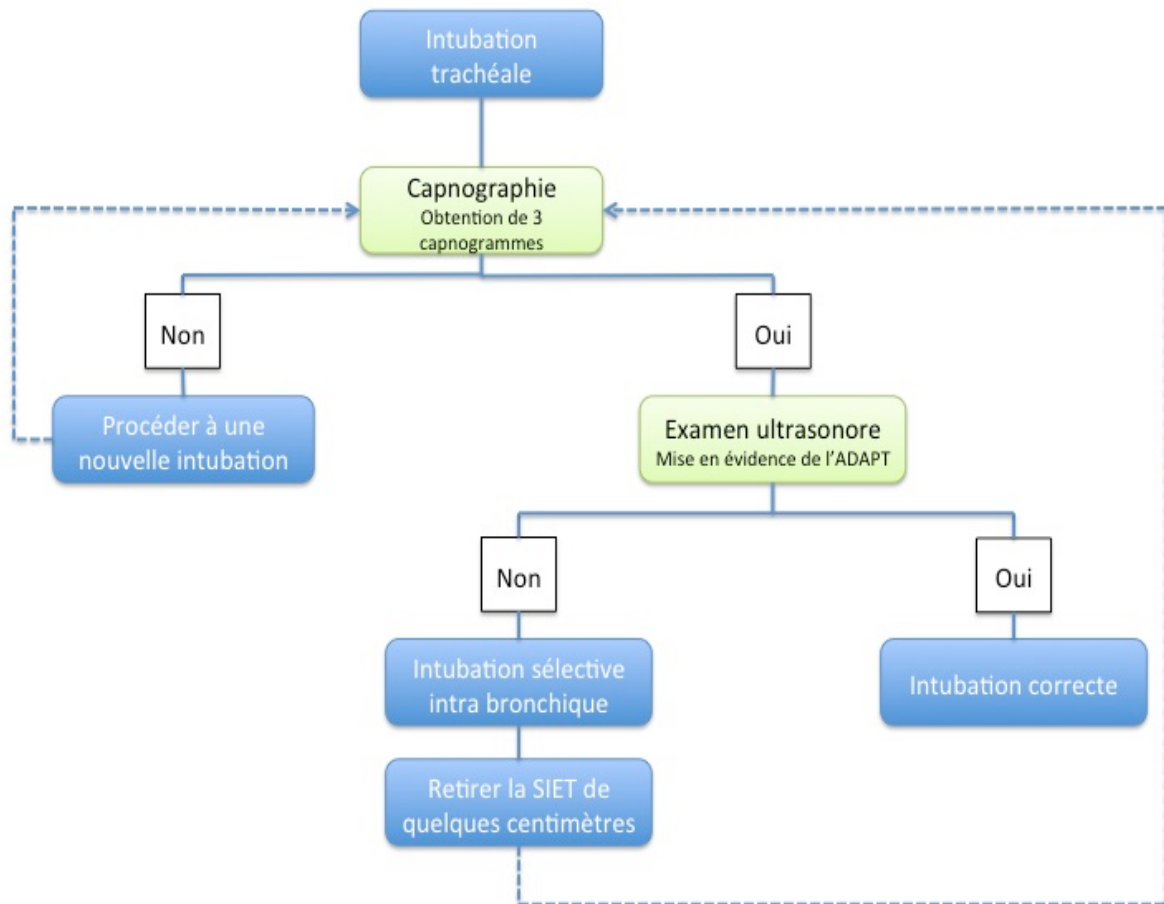
La performance des novices pour déterminer le positionnement correct de la SIET à l'aide de l'ADAPT après une courte formation était semblable à celle de l'opérateur qualifié. Ce résultat indique que la technique est facile à apprendre et à utiliser. Les erreurs ont été rares (3% des évaluations). A chaque fois l'erreur a consisté à confondre l'œsophage avec la trachée. Il s'agit d'une erreur aux conséquences graves dans la pratique clinique mais probablement évitable par une formation plus longue et la combinaison de l'évaluation échographique à la capnométrie.

Un des objectifs de cette étude était de s'assurer de l'innocuité de la technique. L'inflation du ballonnet de la SIET à l'aide d'une solution de contraste échographique semble être sûre. En effet nous n'avons relevé que 1 seule rupture de ballonnet sur 124 évaluations (0,8%) et tous les ballonnets ont pu être vidangés. Les ballonnets ont été remplis avec un mélange de 1 ml d'air et de 15 ml de gélatine, mais il est

probable que le choix de la solution de contraste n'a pas d'importance car elle est seulement utilisée pour augmenter le volume du ballonnet et par conséquent le diamètre de la trachée. Des résultats similaires auraient probablement été observés avec l'utilisation de bicarbonate de sodium ou une solution saline. Pendant l'anesthésie avec intubation endotrachéale, l'instillation d'une solution de lidocaïne dans le ballonnet de la sonde endotrachéale a été utilisée pendant plusieurs heures (239 ± 99 minutes) sans complication notables. (16, 17) Le volume d'inflation de 16 ml a été choisi car il permet l'inflation complète du ballonnet d'une SIET de 7 ou 7,5 mm de diamètre interne isolée. Nous n'avons pas choisi l'air pour gonfler le ballonnet car il s'agit d'un gaz compressible et la compliance des tissus d'un corps fraîchement embaumé était plus basse que celle d'un patient vivant. Nous avons cherché ADAPT pendant l'inflation d'un ballonnet de SIET avec de l'air sur des patients avec succès.

Des études cliniques avec de plus grands effectifs sont nécessaires pour définir la place de ce nouvel outil par rapport aux techniques actuelles. Toutefois, dans les situations où les techniques conventionnelles comme la radiographie ou la bronchoscopie ne sont pas disponibles rapidement, nous croyons que l'échographie peut être utile pour diagnostiquer le bon placement de la sonde endotrachéale en combinaison avec la capnographie. En effet, la capnographie permet d'exclure une intubation oesophagienne en quelques secondes (le temps d'observer trois capnogrammes), mais ne peut pas différencier une intubation correcte d'une intubation sélective lorsque l'auscultation est mise en défaut. Le critère échographique proposé peut aider à différencier ces deux situations en peu de temps (moins d'une minute). Un organigramme pour vérifier le placement correct de la sonde endotrachéale en utilisant la capnographie et l'échographie est proposé sur la figure. 7.

Figure 7 : Organigramme diagnostique du positionnement de la SIET combinant la capnographie avec l'échographie.



Certaines limites doivent être soulignées. La technique a été validée sur un modèle cadavérique, l'extrapolation de nos résultats sur patients vivants nécessite des études complémentaires. Cependant, l'utilisation de cadavres a permis de placer la sonde endotrachéale dans l'œsophage ou dans la bronche sans faire courir aucun risque aux patients. En outre, l'incidence de la mise en place de la SIET dans l'œsophage ou une bronche souche est très faible dans la pratique clinique, en particulier l'incidence de l'insertion oesophagienne (6-16%).(18, 19) Une étude

clinique devrait inclure un nombre très élevé de patients. Des expériences menées sur des cadavres permettent de fixer un taux élevé d'événements (50% dans notre étude, 25% pour l'insertion oesophagienne) et ainsi d'obtenir une évaluation fiable de la technique.

V. Conclusion

En conclusion, l'augmentation du diamètre antéro-postérieur de la trachée au cours de l'inflation du ballonnet de la SIET est performant pour confirmer l'intubation correcte et nécessite une formation très courte. Cette méthode diagnostique est intéressante, notamment en préhospitalier mais nécessite d'être combinée à d'autres moyens diagnostiques notamment en ce qui concerne l'intubation oesophagienne.

VI. References

1. Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW. Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology*. 2005 Jul;103(1):33–9.
2. 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.
3. Kalfon P, Mimoz O, Auquier P, Loundou A, Gauzit R, Lepape A, et al. Development and validation of a questionnaire for quantitative assessment of perceived discomforts in critically ill patients. *Intensive Care Med.* 2010 Oct;36(10):1751–8.
4. Mehta AC, Curtis PS, Scalzitti ML, Meeker DP. The high price of bronchoscopy. Maintenance and repair of the flexible fiberoptic bronchoscope. *Chest*. 1990 Aug;98(2):448–54.
5. Rozman A, Duh S, Petrinec-Primozic M, Triller N. Flexible bronchoscope damage and repair costs in a bronchoscopy teaching unit. *Respiration*. 2009;77(3):325–30.
6. Bozeman WP, Hexter D, Liang HK, Kelen GD. Esophageal detector device versus detection of end-tidal carbon dioxide level in emergency intubation. *Ann Emerg Med*. 1996 May;27(5):595–9.

7. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012 Apr;38(4):577–91.
8. Kerrey BT, Geis GL, Quinn AM, Hornung RW, Ruddy RM. A prospective comparison of diaphragmatic ultrasound and chest radiography to determine endotracheal tube position in a pediatric emergency department. *Pediatrics*. 2009 Jun;123(6):e1039–1044.
9. Hyacinthe A-C, Broux C, Francony G, Genty C, Bouzat P, Jacquot C, et al. Diagnostic accuracy of ultrasonography in the acute assessment of common thoracic lesions after trauma. *Chest*. 2012 May;141(5):1177–83.
10. Lichtenstein DA, Menu Y. A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. Lung sliding. *Chest*. 1995 Nov;108(5):1345–8.
11. 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.
12. Uya A, Spear D, Patel K, Okada P, Sheeran P, McCreight A. Can novice sonographers accurately locate an endotracheal tube with a saline-filled cuff in a cadaver model? A pilot study. *Acad Emerg Med*. 2012 Mar;19(3):361–4.
13. Ray P, Le Manach Y, Riou B, Houle TT. Statistical evaluation of a biomarker. *Anesthesiology*. 2010 Apr;112(4):1023–40.
14. Smith KJ, Ladak S, Choi PT-L, Dobranowski J. The cricoid cartilage and the esophagus are not aligned in close to half of adult patients. *Can J Anaesth*. 2002 May;49(5):503–7.

15. Smith KJ, Dobranowski J, Yip G, Dauphin A, Choi PT-L. Cricoid pressure displaces the esophagus: an observational study using magnetic resonance imaging. *Anesthesiology*. 2003 Jul;99(1):60–4.
16. Combes X, Schauvliege F, Peyrouset O, Motamed C, Kirov K, Dhonneur G, et al. Intracuff pressure and tracheal morbidity: influence of filling with saline during nitrous oxide anesthesia. *Anesthesiology*. 2001 Nov;95(5):1120–4.
17. Estebe J-P, Delahaye S, Le Corre P, Dollo G, Le Naoures A, Chevanne F, et al. Alkalinization of intra-cuff lidocaine and use of gel lubrication protect against tracheal tube-induced emergence phenomena. *Br J Anaesth*. 2004 Mar;92(3):361–6.
18. 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.
19. Mort TC. Unplanned tracheal extubation outside the operating room: a quality improvement audit of hemodynamic and tracheal airway complications associated with emergency tracheal reintubation. *Anesth. Analg*. 1998 Jun;86(6):1171–6.

VII. Résumé

Introduction: Aucune stratégie n'est idéale pour confirmer le positionnement correct de la sonde d'intubation endotrachéale (SIET), même si l'échographie semble un outil prometteur. L'étude visait à évaluer la performance d'un nouveau signe échographique, l'augmentation de diamètre antéro-postérieur de la trachée (ADAPT) pendant l'inflation du ballonnet de la SIET, par un échographiste expérimenté et sa facilité d'apprentissage chez des novices, après une courte formation.

Matériel et Méthodes: Vingt cadavres fraîchement embaumés ont été intubés, après randomisation, correctement ou non trois fois, conduisant à 60 évaluations (30 intubations trachéales, 15 intubations bronchiques, 15 intubations œsophagiennes). Tous les positionnements de l'extrémité de la SIET ont été contrôlés avec un laryngoscope à usage unique et d'un fibroscope (Ambu®, aScope™, Ballerup, Danemark). Un deuxième opérateur, avec une bonne expérience de l'échographie et aveugle de la position du tube, déterminait si la SIET était correctement placée ou non. Ensuite, la facilité à apprendre cette méthode a été évaluée auprès de 32 novices après une courte formation de 20 minutes au cours de 64 évaluations sur 8 cadavres.

Résultats: L'ADAPT permis d'identifier l'intubation correcte par l'échographiste expérimenté avec une sensibilité de 90% (IC à 83 à 95 à 95%), une spécificité de 97% (IC à 92 à 99 à 95%), la valeur prédictive positive de 97% (95 % IC 91 à 99) et la valeur prédictive négative de 91% (IC 95 de 84 à 95%). En utilisant ce critère l'échographique, les novices ont identifiés l'intubation correcte avec une sensibilité de 91% (IC 76 à 97 95%), une spécificité de 94% (IC à 80 à 98 à 95%), une valeur prédictive positive de 94% (IC à 79 à 98 à 95%) et une valeur prédictive négative de 91% (IC à 76 à 97 à 95%). La spécificité des novices n'était pas significativement différente de celle de l'opérateur expérimenté (94% vs 97%, P = 1)

Conclusions: L'ADAPT est un signe échographique performant et d'apprentissage facile dont la performance et place dans l'arsenal diagnostique doivent être confirmés.

Mots-clés: Intubation, échographie, complications, formation



UNIVERSITE DE POITIERS

Faculté de Médecine et de
Pharmacie



SERMENT



En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque !



Résumé

Introduction: Aucune stratégie n'est idéale pour confirmer le positionnement correct de la sonde d'intubation endotrachéale (SIET), même si l'échographie semble un outil prometteur. L'étude visait à évaluer la performance d'un nouveau signe échographique, l'augmentation de diamètre antéro-postérieur de la trachée (ADAPT) pendant l'inflation du ballonnet de la SIET, par un échographiste expérimenté et sa facilité d'apprentissage chez des novices, après une courte formation.

Matériel et Méthodes: Vingt cadavres fraîchement embaumés ont été intubés, après randomisation, correctement ou non trois fois, conduisant à 60 évaluations (30 intubations trachéales, 15 intubations bronchiques, 15 intubations œsophagiennes). Tous les positionnements de l'extrémité de la SIET ont été contrôlés avec un laryngoscope à usage unique et d'un fibroscope (Ambu®, aScope™, Ballerup, Danemark). Un deuxième opérateur, avec une bonne expérience de l'échographie et aveugle de la position du tube, déterminait si la SIET était correctement placée ou non. Ensuite, la facilité à apprendre cette méthode a été évaluée auprès de 32 novices après une courte formation de 20 minutes au cours de 64 évaluations sur 8 cadavres.

Résultats: L'ADAPT permis d'identifier l'intubation correcte par l'échographiste expérimenté avec une sensibilité de 90% (IC à 83 à 95 à 95%), une spécificité de 97% (IC à 92 à 99 à 95%), la valeur prédictive positive de 97% (95 % IC 91 à 99) et la valeur prédictive négative de 91% (IC 95 de 84 à 95%). En utilisant ce critère l'échographique, les novices ont identifiés l'intubation correcte avec une sensibilité de 91% (IC 76 à 97 95%), une spécificité de 94% (IC à 80 à 98 à 95%), une valeur prédictive positive de 94% (IC à 79 à 98 à 95%) et une valeur prédictive négative de 91% (IC à 76 à 97 à 95%). La spécificité des novices n'était pas significativement différente de celle de l'opérateur expérimenté (94% vs 97%, P = 1)

Conclusions: L'ADAPT est un signe échographique performant et d'apprentissage facile dont la performance et place dans l'arsenal diagnostique doivent être confirmés.

Mots-clés: Intubation, échographie, complications, formation