Université de Poitiers
Faculté de Médecine et Pharmacie

ANNEE 2023

THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE
(décret du 25 novembre 2016)

présentée et soutenue publiquement
le 7, avril, 2023 à Poitiers
par Monsieur Damien NOWAK

Elaboration d'une échelle d'évaluation des performances en fibroscopie bronchique au cours d'un programme de formation par simulation

Composition du Jury

Président : Monsieur le Professeur Jean-Claude MEURICE

Membres : - Monsieur le Professeur Denis ORIOT
- Monsieur le Docteur Etienne-Marie JUTANT
- Monsieur le Docteur Julien DUTILH

Directrice de thèse : Madame le Docteur **Vanessa BIRONNEAU**

UNIVERSITE DE POITIERS

Faculté de Médecine et de Pharmacie

LISTE DES ENSEIGNANTS

Année universitaire 2022 – 2023

SECTION MEDECINE

Professeurs des Universités-Praticiens Hospitaliers

- BINET Aurélien, chirurgie infantile
- BOISSON Matthieu, anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
- BOULETI Claire, cardiologie
- BOURMEYSTER Nicolas, biologie cellulaire
- BRIDOUX Frank, néphrologie
- BURUCOA Christophe, bactériologie-virologie
- CHEZE-LE REST Catherine, biophysique et médecine nucléaire
- CHRISTIAENS Luc, cardiologie
- CORBI Pierre, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
- COUDROY Rémi, médecine intensive-réanimation – **Assesseur 2nd cycle**
- DAHYOT-FIZELIER Claire, anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
- DEBIAIS Françoise, rhumatologie
- DONATINI Gianluca, chirurgie viscérale et digestive
- DROUOT Xavier, physiologie – **Assesseur recherche**
- DUFOUR Xavier, Oto-Rhino-Laryngologie – **Assesseur 2nd cycle, stages hospitaliers**
- FAURE Jean-Pierre, anatomie
- FRASCA Denis, anesthésiologie-réanimation
- FRITEL Xavier, gynécologie-obstétrique
- GERVAIS Elisabeth, rhumatologie
- GICQUEL Ludovic, pédopsychiatrie
- GILBERT-DUSSARDIER Brigitte, génétique
- GOMBERT Jean-Marc, immunologie
- GOUJON Jean-Michel, anatomie et cytologie pathologiques
- GUILLEVIN Rémy, radiologie et imagerie médicale
- HAUET Thierry, biochimie et biologie moléculaire
- ISAMBERT Nicolas, cancérologie
- JAAFARI Nematollah, psychiatrie d'adultes
- JABER Mohamed, cytologie et histologie
- JAYLE Christophe, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
- KARAYAN-TAPON Lucie, cancérologie
- KEMOUN Gilles, médecine physique et de réadaptation *(en disponibilité)*
- LECLERE Franck, chirurgie plastique, reconstructrice
- LECRON Jean-Claude, biochimie et biologie moléculaire
- LELEU Xavier, hématologie
- LEVEQUE Nicolas, bactériologie-virologie – **Assesseur 1er cycle**
- LEVEZIEL Nicolas, ophtalmologie
- MACCHI Laurent, hématologie
- MCHEIK Jiad, chirurgie infantile
- MEURICE Jean-Claude, pneumologie
- MILLOT Frédéric, pédiatrie, oncologie pédiatrique
- MIMOZ Olivier, médecine d'urgence
- NASR Nathalie, neurologie
- NEAU Jean-Philippe, neurologie – **Assesseur pédagogique médecine**
- ORIOT Denis, pédiatrie
- PACCALIN Marc, gériatrie – **Doyen, Directeur de la section médecine**
- PERAULT-POCHAT Marie-Christine, pharmacologie clinique
- PERDRISOT Rémy, biophysique et médecine nucléaire – **Assesseur L.AS et 1er cycle**
- PERRAUD CATEAU Estelle, parasitologie et mycologie
- PRIES Pierre, chirurgie orthopédique et traumatologique
- RAMMAERT-PALTRIE Blandine, maladies infectieuses
- RICHER Jean-Pierre, anatomie
- RIGOARD Philippe, neurochirurgie
- ROBLOT France, maladies infectieuses, maladies tropicales
- ROBLOT Pascal, médecine interne
- SAULNIER Pierre-Jean, thérapeutique
- SCHNEIDER Fabrice, chirurgie vasculaire
- SILVAIN Christine, gastro- entérologie, hépatologie – **Assesseur 3e cycle**
- TASU Jean-Pierre, radiologie et imagerie médicale
- THIERRY Antoine, néphrologie – **Assesseur 1e cycle**
- THILLE Arnaud, médecine intensive-réanimation
- TOUGERON David, gastro-entérologie
- WAGER Michel, neurochirurgie
- XAVIER Jean, pédopsychiatrie

Maîtres de Conférences des Universités-Praticiens Hospitaliers

- ALBOUY Marion, santé publique – **Référente égalité-diversité**
- ALLAIN Géraldine, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire *(en mission 1 an à/c 01/11/2022)*
- BEN-BRIK Eric, médecine du travail **(en détachement)**
- BILAN Frédéric, génétique
- CAYSSIALS Emilie, hématologie
- CREMNITER Julie, bactériologie-virologie
- DIAZ Véronique, physiologie – **Référente relations internationales**
- EGLOFF Matthieu, histologie, embryologie et cytogénétique
- FROUIN Eric, anatomie et cytologie pathologiques
- GACHON Bertrand, gynécologie-obstétrique *(en dispo 1 an à/c du 31/07/2022)*
- GARCIA Magali, bactériologie-virologie
- GUENEZAN Jérémy, médecine d'urgence
- JAVAUGUE Vincent, néphrologie
- JUTANT Etienne-Marie, pneumologie
- KERFORNE Thomas, anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire *(en mission 1 an à/c 01/11/2022)*
- LAFAY-CHEBASSIER Claire, pharmacologie clinique
- LIUU Evelyne, gériatrie
- MARTIN Mickaël, médecine interne – **Assesseur 2nd cycle**
- PALAZZO Paola, neurologie *(en dispo 3 ans à/c du 01/07/2020)*
- PICHON Maxime, bactériologie-virologie
- PIZZOFERRATO Anne-Cécile, gynécologie-obstétrique
- RANDRIAN Violaine, gastro-entérologie, hépatologie
- SAPANET Michel, médecine légale
- THUILLIER Raphaël, biochimie et biologie moléculaire
- VALLEE Maxime, urologie

Bât. D1 - 6 rue de la Milétrie – TSA 51115 - 86073 POITIERS CEDEX 9 - France
☎05.49.45.43.43 - 🖷 05.49.45.43.05

Professeur des universités

- PELLERIN Luc, biochimie et biologie moléculaire

Professeur des universités de médecine générale

- BINDER Philippe

Maître de Conférences des universités de médecine générale

- MIGNOT Stéphanie

Professeur associé des universités des disciplines médicales

- FRAT Jean-Pierre, médecine intensive-réanimation

Maître de Conférences associé des universités des disciplines médicales

- HARIKA-GERMANEAU Ghina, psychiatrie d'adultes

Professeurs associés de médecine générale

- ARCHAMBAULT Pierrick
- AUDIER Pascal
- BIRAULT François
- BRABANT Yann
- FRECHE Bernard
- PARTHENAY Pascal

Maîtres de Conférences associés de médecine générale

- BONNET Christophe
- DU BREUILLAC Jean
- JEDAT Vincent

Professeurs émérites

- GIL Roger, neurologie (08/2023)
- GUILHOT-GAUDEFFROY François, hématologie et transfusion (08/2023)
- HERPIN Daniel, cardiologie (08/2023)
- INGRAND Pierre, biostatistiques, informatique médicale (08/2025)
- MARECHAUD Richard, médecine interne (24/11/2023)
- RICCO Jean-Baptiste, chirurgie vasculaire (08/2024)
- ROBERT René, médecine intensive-réanimation (30/11/2024)
- SENON Jean-Louis, psychiatrie d'adultes (08/2023)
- TOUCHARD Guy, néphrologie (08/2023)

Professeurs et Maîtres de Conférences honoraires

- AGIUS Gérard, bactériologie-virologie
- ALCALAY Michel, rhumatologie
- ALLAL Joseph, thérapeutique (ex-émérite)
- ARIES Jacques, anesthésiologie-réanimation
- BABIN Michèle, anatomie et cytologie pathologiques
- BABIN Philippe, anatomie et cytologie pathologiques
- BARBIER Jacques, chirurgie générale (ex-émérite)
- BARRIERE Michel, biochimie et biologie moléculaire
- BECQ-GIRAUDON Bertrand, maladies infectieuses, maladies tropicales (ex-émérite)
- BEGON François, biophysique, médecine nucléaire
- BOINOTCatherine, hématologie – transfusion
- BONTOUX Daniel, rhumatologie (ex-émérite)
- BURIN Pierre, histologie
- CARRETIER Michel, chirurgie viscérale et digestive (ex-émérite)
- CASTEL Olivier, bactériologie-virologie ; hygiène
- CASTETS Monique, bactériologie -virologie – hygiène
- CAVELLIER Jean-François, biophysique et médecine nucléaire
- CHANSIGAUD Jean-Pierre, biologie du développement et de la reproduction
- CLARAC Jean-Pierre, chirurgie orthopédique
- DABAN Alain, cancérologie radiothérapie (ex-émérite)
- DAGREGORIO Guy, chirurgie plastique et reconstructrice
- DEBAENE Bertrand, anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
- DESMAREST Marie-Cécile, hématologie
- DEMANGE Jean, cardiologie et maladies vasculaires
- DORE Bertrand, urologie (ex-émérite)
- EUGENE Michel, physiologie (ex-émérite)
- FAUCHERE Jean-Louis, bactériologie-virologie (ex-émérite)
- FONTANEL Jean-Pierre, Oto-Rhino Laryngologie (ex-émérite)
- GOMES DA CUNHA José, médecine générale (ex-émérite)
- GRIGNON Bernadette, bactériologie
- GUILLARD Olivier, biochimie et biologie moléculaire
- GUILLET Gérard, dermatologie
- JACQUEMIN Jean-Louis, parasitologie et mycologie médicale
- KAMINA Pierre, anatomie (ex-émérite)
- KITZIS Alain, biologie cellulaire (ex-émérite)
- KLOSSEK Jean-Michel, Oto-Rhino-Laryngologie
- KRAIMPS Jean-Louis, chirurgie viscérale et digestive
- LAPIERRE Françoise, neurochirurgie (ex-émérite)
- LARSEN Christian-Jacques, biochimie et biologie moléculaire
- LEVARD Guillaume, chirurgie infantile
- LEVILLAIN Pierre, anatomie et cytologie pathologiques
- MAIN de BOISSIERE Alain, pédiatrie
- MARCELLI Daniel, pédopsychiatrie (ex-émérite)
- MARILLAUD Albert, physiologie
- MAUCO Gérard, biochimie et biologie moléculaire (ex-émérite)
- MENU Paul, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire (ex-émérite)
- MORICHAU-BEAUCHANT Michel, hépato-gastro-entérologie
- MORIN Michel, radiologie, imagerie médicale
- PAQUEREAU Joël, physiologie
- POINTREAU Philippe, biochimie
- POURRAT Olivier, médecine interne (ex-émérite)
- REISS Daniel, biochimie
- RIDEAU Yves, anatomie
- RODIER Marie-Hélène, parasitologie et mycologie
- SULTAN Yvette, hématologie et transfusion
- TALLINEAU Claude, biochimie et biologie moléculaire
- TANZER Joseph, hématologie et transfusion (ex-émérite)
- TOURANI Jean-Marc, cancérologie
- VANDERMARCQ Guy, radiologie et imagerie médicale

REMERCIMENTS

A Monsieur le Professeur Jean-Claude MEURICE, merci d'avoir accepté de présider mon jury de thèse et de me faire l'honneur de juger mon travail. Merci pour votre accueil dans votre service, votre disponibilité et écoute bienveillante pour vos internes et tous les savoirs que vous m'avez transmis.

A Monsieur le Professeur Denis ORIOT, merci d'avoir accepté de participer à ce jury et me faire l'honneur de juger mon travail. Merci pour votre disponibilité, votre accompagnement très pédagogique et bienveillant tout au long de ce projet et tout ce que vous m'avez appris sur la simulation.

A Monsieur le Docteur Etienne-Marie JUTANT, merci d'avoir accepté de participer à ce jury et me faire l'honneur de juger mon travail. Nous n'avons malheureusement pas eu l'occasion de beaucoup travailler ensemble, mais j'ai apprécié ton dynamisme, ta rigueur de travail et ta bienveillance.

A Monsieur le Docteur Julien DUTILH, merci d'avoir accepté de participer à ce jury et me faire l'honneur de juger mon travail. Merci pour ton aide dans ce projet et merci pour tous ces moments de bonne humeur et pédagogiques passés au plateau technique. Merci de m'avoir formé en pneumologie interventionnelle et pour la confiance que tu m'as donné pour me laisser travailler en autonomie, tout en restant disponible. J'espère que nous pourrons continuer de collaborer.

A Madame le Docteur Vanessa BIRONNEAU, merci de m'avoir accordé ta confiance en me proposant ce projet de thèse à la fois original et palpitant et merci de m'avoir guidé tout au long de ce travail ! Merci pour ton enseignement, ta disponibilité perpétuelle, ta gentillesse et bienveillance que tu as auprès de tous les internes. Merci pour toutes ces fibroscopies où nous nous sommes vidés les surrénales, et celles qui se sont passées de façon détendue. J'ai pris plaisir à travailler avec toi, dans le service de pneumologie et sur ce projet et j'espère que nous aurons la possibilité de le poursuivre.

Merci à l'équipe du laboratoire d'anatomie et de simulation ABS Lab, en particulier Pauline BETOULLE MASSET, pour tout votre temps et votre aide dans l'organisation de la journée de simulation.

Merci aux pneumologues du CHU qui ont accepté de se prêter au jeu en se faisant évaluer en réalisant une fibroscopie : Fabrice, Paul, Lucien, Benoît, Mylène, Victoria, Etienne-Marie et M. Meurice. Et merci à Julien et Ophélie d'avoir accepté d'être les évaluateurs.
Merci à Olympus de nous avoir gracieusement prêté le matériel pour réaliser les fibroscopies.

A ma chère Carole, merci pour tout ton amour, ton soutien, ta bonne humeur et toutes les aventures que nous avons vécues ensemble ces onze dernières années, dont presque 5 en tant que ma femme. On s'est mutuellement accompagné dans ces études très exigeantes. Il y a eu des moments éprouvants mais notre relation n'a fait que se renforcer, et on s'est vu grandir pour devenir les médecins que nous sommes aujourd'hui. Je ne compte toujours pas ma chance de t'avoir rencontrée. Tu m'as donné un autre sens à ma vie, et j'ai hâte maintenant que nous puissions nous consacrer à construire d'autres projets ensemble...

A mes parents, merci pour votre amour, votre présence et votre soutien indéfectible durant ces 25 longues années d'études… Vous avez très largement contribué à me permettre d'arriver où je suis aujourd'hui. Merci de m'avoir ouvert à la curiosité scientifique et de m'avoir donné la chance d'avoir des origines multiculturelles.

A mes frères Jérôme et Rohan, merci d'avoir été avec moi en grandissant et de m'avoir fait garder les pieds sur terre. Merci pour notre complicité, les petits moments de délires, et votre soutien parfois insoupçonné dans des moments où j'en avais besoin.

A Anne et Hervé, merci pour votre soutien et vos encouragements, votre disponibilité et votre générosité. J'ai vraiment beaucoup de chance de vous avoir comme beaux-parents.

A Guillaume et Marianne, merci pour notre complicité à tous les 4. Je suis heureux d'avoir un frère de plus, et enfin une sœur.

A Nana et Papy, merci d'avoir été des grands-parents généreux et aimants qui m'ont laissé plein de beaux souvenirs. Vous n'avez cessé de me féliciter dans mon parcours et je sais que vous auriez été très fiers de moi en ce jour. Je regrette avec ces études exigeantes ne pas avoir eu autant de temps pour vous accompagner, que pour mes patients…

To Grandad, thank you for all the good memories you have left me, like engraved on a concrete slab outside the front door. In the last few years, you kept asking me "So Damien, tell me, when do you finish your studies?" Well, I hope from where you are you can hear me: I have finally finished now!
To Grandma, thank you for being there although living on the other side of the world, for discreetly spoiling us as you do, and watching over all the URQUHART family. (I especially have in mind the big parcel you sent us every year full of Aussie specialities we can't find here, like sending us a piece of our other home.) Hopefully I'll get to see you again…

A toute my family, cousines et cousins, aunts and uncles, en France and in Australia, merci for all les moments spent together en grandissant and your support qui m'a aidé to be who I am aujourd'hui.

A toute ma belle-famille BLONDEL-BOURDON, merci de m'avoir accueilli très chaleureusement dans votre famille, de m'avoir tout de suite mis à l'aise et compté comme l'un des vôtres.

A mes amis de médecine de Tours désormais éparpillés : Marie M, Hélène, Marie Q, Jean, Noémie, Clémence, Maria, Floranne, Solène, Laurent, Sarah, Simon, Annelise, Céline et Audrey. Merci pour tous ces bons moments de vie d'étudiant : les sorties, les soirées, les repas au RU, les révisions...

A mes co-internes de pneumo : Pépin, Lucien, Laura M, Alicia, Clément, Paul, Louis, Laura L, Victoria, Benoît, Bastien, Adrien, Elise, Ophélie, Théo, Christian et Victor et les co-internes de MIR : Jérémy, Cyril, Sébastien, Clémentine, Etienne, Mathilde, Johann, Elise, Corentin et Jasmine. Merci pour l'entre-aide et la solidarité, pour tous ces moments de bonne humeur et de galère que nous avons partagés au cours des stages et dont nous avons ri a posteriori.

A toute l'équipe du service de pneumologie au CHU de Poitiers, du service de réanimation médicale au CHU de Poitiers, des services de pneumologie aux CH de Niort et de La Rochelle et le service de radiothérapie au CH de Niort. Merci pour votre accueil dans chacun de mes stages, la bonne humeur que j'y ai trouvée et tout ce que vous m'avez transmis.
Merci notamment aux infirmières, de m'avoir sauvé dans bien des situations et évité des grosses bêtises…

Et merci à tous mes patients, vous qui étiez en première ligne m'avez tant appris sur mon métier et contribué à devenir ce médecin aujourd'hui.

TABLE DES MATIERES

REMERCIMENTS 1
TABLE DES FIGURES 9
TABLE DES TABLEAUX 9
TABLE DES ANNEXES 9
INTRODUCTION 10
1. La bronchoscopie : l'exploration des bronches 10
a. Généralités 10
b. Déroulement d'une fibroscopie bronchique 10
c. Risques de l'examen 10
d. Enjeux de la maîtrise techniques de l'examen 11
2. L'enseignement en médecine 11
a. Le modèle « traditionnel » et ses limites 11
b. La simulation 11
c. La simulation en fibroscopie bronchique 12
d. Les outils d'évaluation existants 12
3. Objectifs de l'étude 12
MATERIAUX ET METHODES 14
1. Etude 14
2. Création de l'outil 14
a. Pré-échelle d'évaluation 14
b. Sélection des experts 15
c. Méthode de consensus 15
3. Processus de réponse 16
a. Evaluateurs 16
b. Population d'étude : les opérateurs 16
4. Simulation d'une fibroscopie bronchique 16
a. Modèle 16
b. Matériel 17
c. Scénario de simulation 17
5. Analyses statistiques 19
a. Consensus par la méthode du groupe nominal 19
b. Processus de réponse par deux évaluateurs indépendants 19
6. Echelle d'évaluation définitive 19
RESULTATS 20

1. Groupe d'experts 20
2. Modifications de la pré-échelle (Tableau 1) 20
a. Reformulation d'items 21
b. Ajout d'items 24
c. Suppression d'items 26
3. Version finale de la pré-échelle (V4) 28
4. Processus de réponse par la simulation d'une fibroscopie bronchique 28
a. Groupe des opérateurs 28
b. Corps utilisés (Figure 1) 29
c. Séquences d'imageries 30
d. Comparaison des scores des 2 évaluateurs et recherche des items discordants 32
5. Echelle finale 34
DISCUSSION 37
1. Résultats principaux 37
a. Echelle d'évaluation des performances en fibroscopie bronchique 37
b. Programme de simulation 37
2. Limites de l'étude 38
a. Elaboration de la pré-échelle 38
i. Biais 38
ii. Perdus de vue 39
iii. Difficultés pour la reformulation d'items 39
b. Processus de réponse et séance de simulation 40
i. Biais 40
ii. Discordances d'évaluations 40
iii. Difficultés en rapport avec le modèle de simulation 41
3. Utilisation de l'échelle 42
a. Perspectives futures 42
b. Développement d'un programme de formation des internes 43
c. Critères attestant la réussite d'une fibroscopie 43
CONCLUSION 45
ANNEXES 46
BIBLIOGRAPHIE 67
RESUME 70
SERMENT 71

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Le modèle de simulation sur corps humain…… 29

Figure 2 : Coupes scanographiques utilisées illustrant les différentes lésions pulmonaires à prélever…… 31

Figure 3 : Scores de performance des 8 fibroscopies donnés indépendamment par les 2 évaluateurs…… 33

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Modifications des items des pré-échelles V1, V2 et V3…… 21

Tableau 2 : Nombre d'opérateurs évalués et nombre de discordances par item pour l'ensemble des évaluations…… 32

Tableau 3 : Différences de score entre les deux évaluateurs et nombre d'items discordants par opérateur…… 34

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : E-mail envoyé aux experts……46

Annexe 2 : 2nd e-mail envoyé aux experts……48

Annexe 3 : 3ème e-mail envoyé aux experts……49

Annexe 4 : Liste des experts ayant participé au Groupe Nominal……50

Annexe 5 : Pré-échelle V1 et ses modifications……51

Annexe 6 : Pré-échelle V2 et ses modifications……54

Annexe 7 : Pré-échelle V3 et ses modifications……58

Annexe 8 : Vignette clinique introduisant la séance de simulation……62

Annexe 9 : Questionnaire et taux de satisfaction à l'issue de la séance de simulation……62

Annexe 10 : Echelle d'évaluation finale……63

INTRODUCTION

1. La bronchoscopie : l'exploration des bronches

a. Généralités

La bronchoscopie est un examen complémentaire endoscopique qui permet d'explorer l'intérieur de l'arbre bronchique, faire des prélèvements et éventuellement des interventions thérapeutiques, dans le cadre essentiellement de pathologies cancéreuses, infectieuses et interstitielles des poumons(1), (2). On distingue la bronchoscopie rigide qui ne permet qu'un accès à la trachée et aux bronches souches et est essentiellement utilisée à des fins thérapeutiques (désobstruction tumorale, extraction de corps étranger) et la bronchoscopie souple également appelée fibroscopie bronchique. Cette dernière est un examen complémentaire courant en pneumologie réalisé avec endoscope (encore appelé fibroscope) qui consiste en un tube souple comportant une caméra et un éclairage au bout et retranscrivant par fibre optique l'image sur un écran. Il est traversé sur toute sa longueur par un canal opérateur qui permet d'y introduire des instruments, d'injecter du liquide, ou aspirer des sécrétions. Son extrémité peut se courber vers le haut ou le bas sous l'action de béquiller un joystick et, couplé à un mouvement de rotation de l'ensemble du tube, cela permet de contrôler la direction souhaitée pour avancer dans l'arbre bronchique.

b. Déroulement d'une fibroscopie bronchique

Le fibroscope est généralement introduit par le nez, ou la bouche et permet de descendre dans l'arbre bronchique jusqu'aux divisions bronchiques sous-segmentaires ce qui permet d'explorer les bronches des différents lobes pulmonaires. L'examen se fait en général sous anesthésie locale, en instillant de la LIDOCAINE dans les narines, sur la glotte et dans les bronches proximales afin de limiter les sensations nauséeuses et de toux.

c. Risques de l'examen

De ce fait, c'est un examen souvent vécu comme peu agréable par le patient, bien qu'indolore, pouvant engendrer de la toux ou une sensation d'étouffement. Il comporte également des risques (détresse respiratoire, hypoxémie, hémoptysie, pneumothorax et troubles du rythme cardiaque)(1), (2), (3) et nécessite parfois d'être réalisé dans des situations délicates comme en réanimation avec un patient dont l'état respiratoire précaire peut se dégrader davantage suite à l'examen(4).

Des recommandations de bonnes pratiques ont été établies par les différentes sociétés savantes de pneumologie, décrivant les étapes pour le bon déroulement de l'examen endoscopique et les différents prélèvements associés(3), (5), (6), (7), (8), (9).

d. Enjeux de la maîtrise techniques de l'examen

L'opérateur doit donc acquérir des compétences spécifiques pour pouvoir réaliser l'examen dans de bonnes conditions et limiter les risques pour le patient. En effet, l'importance de l'expérience de l'opérateur conditionne notamment le rendement anatomopathologique des prélèvements biopsiques(10), le risque de survenue de complication(11), la durée d'examen(12), l'état d'anxiété du patient et de ce fait, sa tolérance de l'examen(13).

Actuellement, il est suggéré qu'un minimum de 50 à 100 fibroscopies soient réalisées pour considérer que les compétences suffisantes sont acquises(14). La validation du DES de pneumologie en France est effectivement soumise à la réalisation, parmi les différents actes techniques, de 100 fibroscopies par l'interne durant son cursus.

2. L'enseignement en médecine

a. Le modèle « traditionnel » et ses limites

L'apprentissage en médecine repose actuellement sur le modèle d'un compagnonnage selon la méthode d'Halstedt « en voir un, en faire un, en enseigner un »(15), où l'interne apprend d'un mentor par l'observation, puis en répétant le geste à son tour. Ce geste est ensuite considéré implicitement comme maîtrisé après un certain nombre de répétitions(16). Mais la maîtrise du geste technique n'est pas acquise au même rythme pour chaque individu et il y a désormais une volonté de changer de paradigme pour évaluer objectivement les compétences techniques des jeunes médecins(17), (18).

A cela s'ajoute que souvent, la première fois qu'un interne manipule un fibroscope est lors de la réalisation de son premier examen endoscopique sur un patient, alors que les principes éthiques voudraient que ce ne soit « jamais la première fois sur un patient ». Ce dernier subit alors un examen plus long, désagréable et risqué que nécessaire, et la situation est également vécue comme plus stressante par l'interne qui ne maîtrise pas encore cette technique(19).

b. La simulation

Une nouvelle forme d'enseignement des gestes techniques apparaît en médecine : la formation par la simulation. La première application s'est développée pour l'aéronautique où une erreur du pilote peut entraîner le crash de l'avion faisant de nombreuses victimes. Dans une reproduction de cockpit, le pilote apprend donc à faire voler l'avion jusqu'à ce qu'il maîtrise parfaitement l'appareil et soit capable d'agir face à toutes les éventualités, avant de faire décoller son premier avion réel. Cette méthode permet un apprentissage dénué de risque dans un environnement immersif, interactif et fidèle à la réalité. Cela permet un entraînement répété sur différents scénarios suivi d'un débriefing réflexif, jusqu'à acquérir les compétences techniques et théoriques suffisantes requises avant une mise en situation réelle(20), (21).

En médecine, les premières applications se sont développées en médecine d'urgence et en réanimation, puis tendent à s'étendre à l'ensemble des spécialités.

c. La simulation en fibroscopie bronchique

Plusieurs programmes de formation en fibroscopie bronchique ont été développés avec différents modèles de simulation. Ceux-ci sont dit soit de basse-fidélité comme des maquettes inanimées de l'arbre bronchique qui peuvent éventuellement être intégrés dans un mannequin composé d'une tête et d'un tronc, ou des poumons d'animaux, notamment porcins, soit sédatés soit ex-vivo. Il existe également des simulateurs dit de haute-fidélité où un manchon de fibroscope est introduit dans une boîte ou la reproduction d'une tête humaine. Une image de réalité-virtuelle reproduit alors les bronches à l'écran(22), (23), (24), (25). Le recours à ces simulateurs a démontré leur supériorité à la formation « traditionnelle », en terme de performances de l'interne lorsqu'il réalise ses premières fibroscopies sur des patients(26), (27), (28).

d. Les outils d'évaluation existants

Plusieurs grilles d'évaluation des compétences en fibroscopie bronchique ont déjà été développées : le Bronchoscopy Skills and Tasks Assessment Tool (BSTAT), le Bronchoscopy Step by Step Evaluation Tool (BSET)(29), le Bronchoscopy Competence Assessment Tool(30) et le Ontario Bronchoscopy Assessment Tool (OBAT)(31). Cependant, tous ces outils sont incomplets pour permettre une évaluation intégrale de l'acte de fibroscopie bronchique en conditions réelles :

- soit ils n'ont pas été validés en conditions cliniques
- soit ils manquent de validité du fait d'un échantillon de population trop petit
- soit ils manquent de cohérence interne (Coefficient alpha de Cronbach) ou de reproductibilité (Coefficient de corrélation intra-classe)
- soit ils n'ont pas été conçus pour suivre la progression de l'interne au cours de sa formation
- soit ils n'évaluent pas les compétences en rapport avec la réalisation des prélèvements endobronchiques, l'interaction du médecin avec le patient ou la gestion des complications.

Quatre facteurs sont cruciaux pour assurer la fiabilité et validité d'une échelle d'évaluation : un cadre standardisé, un système de notation cliniquement pertinent, une évaluation avec des tâches de différents niveaux de difficultés et des items multiples et objectifs.

3. Objectifs de l'étude

Un outil idéal d'évaluation pour la réalisation d'une fibroscopie bronchique serait donc :

- reproductible par différents évaluateurs

- utilisable dans différentes situations pratiques (en clinique réelle, en simulation avec vrai fibroscope ou virtuel)
- permettrait une évaluation répétée de l'apprenant pour documenter sa progression
- et évaluerait les compétences techniques, théoriques et relationnelles de l'opérateur sur l'ensemble du déroulement de la procédure.

L'objectif de ce travail était donc d'élaborer un nouvel outil d'évaluation, qui réunirait tous ces prérequis, avec l'aide d'un consensus d'experts internationaux pour permettre une évaluation exhaustive et standardisée des internes évoluant au cours d'un programme de formation en fibroscopie bronchique par la simulation, et qui permettrait aussi de valider officiellement la maîtrise de ces compétences au terme de leur cursus.

MATERIAUX ET METHODES

1. Etude

Cette étude prospective de création d'une échelle d'évaluation des compétences en fibroscopie bronchique a été menée au sein du laboratoire de simulation ABS Lab de la faculté de médecine de l'Université de Poitiers entre juin 2021 et mars 2023.

La méthode suivie pour le développement de cette échelle correspond aux deux premières étapes de la méthode de Downing(32). Il s'agit d'un processus en cinq étapes permettant de valider des échelles d'évaluation : 1) création du contenu de l'échelle d'évaluation, 2) processus de réponse avec test de la pré-échelle en conditions de simulation, 3) vérification de la structure interne (cohérence interne et reproductibilité) par différents tests statistiques, 4) comparaisons aux méthodes d'évaluation préexistantes et 5) conséquences sur l'apprentissage et la pratique future. Les 3 dernières étapes comprenant les tests psychométriques ne font pas partie de la présente étude.

Tous les participants ont donné soit un consentement écrit en ce qui concerne les experts démarchés, soit un consentement oral en ce qui concerne les évaluateurs et la population d'étude.

Les résultats de cette étude ont été gardés anonymes.

2. Création de l'outil

a. Pré-échelle d'évaluation

La création de la pré-échelle d'évaluation a été réalisée en se basant sur les échelles d'évaluation précédemment décrites dans la littérature ainsi que les recommandations des sociétés savantes de pneumologie (Société de Pneumologie de Langue Française - SPLF, British Thoracic Society - BTS et American College of Chest Physicians) concernant la pratique de la fibroscopie bronchique.

L'objectif était d'aboutir à une liste d'items décrivant précisément les différentes étapes à suivre pour réaliser une fibroscopie bronchique ainsi que l'ensemble des techniques de prélèvements endobronchiques, afin d'évaluer des opérateurs réalisant cette procédure lors de séances de simulation ou en conditions réelles sur des patients consentants.

La pré-échelle devait comporter différents types d'items évaluant à la fois les compétences théoriques et pratiques marquant chaque étape de l'acte endoscopique, en prenant en compte les différents scénarios possibles (patient vigilant, sédaté, en ventilation spontanée ou intubé). Cela comprenait la préparation avant le geste, l'installation du patient, la connaissance de l'anatomie de l'arbre respiratoire, la capacité à manier le fibroscope, à identifier les anomalies endobronchiques, à réaliser les différents prélèvements, la gestion des complications pouvant survenir, la communication avec le patient et l'aide-opératoire, la synthèse et la conduite à tenir en fin de procédure.

Dans le but d'évaluer la performance de réalisation de la fibroscopie, la notation pour chaque item s'effectuerait de 0 à 1 (0 = non fait, 0,5 = fait partiellement ou nécessitait l'aide de l'évaluateur, 1 = fait correctement en toute autonomie), avec une mention N/A = non applicable (en cas de geste conditionnel non réalisé selon le scénario), comme recommandé(33). Le score total de l'échelle serait ensuite ramené à un pourcentage.

b. Sélection des experts

Un groupe international d'experts a été constitué, composé de pneumologues de différents pays du monde s'intéressant à la formation en endoscopie bronchique. Ces experts ont été identifiés par :

- leurs publications, en recherchant sur PubMed et Google Scholar les articles pertinents à partir des mots clés « bronchoscopy simulation/simulator », « bronchoscopy training », « bronchoscopy assessment », « bronchoscopy evaluation », « bronchoscopy performance »,
- leur participation à la rédaction des recommandations des sociétés savantes sur la pratique de la fibroscopie bronchique
- ou leur recensement sur le site de formation *bronchoscopy.org*.

Ils ont été initialement contactés par e-mail (Annexe 1), leur réponse positive faisant office de consentement écrit, et ont été invités à former un groupe international : la « Flexible Bronchoscopy Study Group ».

c. Méthode de consensus

La validation des items de la pré-échelle s'est faite selon la méthode du groupe nominal(34). Il s'agit d'une méthode rassemblant un groupe d'experts (entre 5 et 10), qui ne communiquent pas entre eux, et dont les réponses individuelles sont colligées, permettant d'établir un consensus sur les questions posées.

Il leur a été demandé de noter chaque item de la pré-échelle de 1 à 6 en fonction de leur pertinence, de 1 = à supprimer à 6 = à garder absolument. Il leur était également possible de suggérer des items à rajouter et d'effectuer des commentaires libres sur les items présents. Leurs réponses étaient colligées et les items modifiés en fonction de celles-ci, pour aboutir à une deuxième version de l'échelle.

Cette deuxième version était alors renvoyée à chacun des experts avec des explications communes justifiant la prise en compte ou non de leurs remarques, et ils devaient à nouveau noter de 1 à 6 les items gardés, modifiés ou rajoutés. Ces nouvelles réponses étaient à nouveau colligées pour aboutir à une troisième version de la pré-échelle. Celle-ci était resoumise à un troisième tour où les experts n'étaient tenus d'évaluer que les items modifiés, aboutissant à la version finale de la pré-échelle.

3. Processus de réponse

a. Evaluateurs

Deux évaluateurs indépendants n'ayant pas participé à l'élaboration de la pré-échelle ont été sollicités pour tester la version finale de la pré-échelle en évaluant des sujets dits « opérateurs » réalisant les fibroscopies en conditions simulées. Il s'agissait d'un praticien hospitalier du CHU de Poitiers référent en pneumologie interventionnelle et un interne en avant-dernier semestre ayant déjà une expérience en fibroscopie bronchique. Ils devaient noter chaque item (0, 0,5, 1 ou N/A) en fonction de leur appréciation personnelle de la réalisation de la fibroscopie par chaque opérateur, sans communiquer entre eux.

b. Population d'étude : les opérateurs

Les autres pneumologues du CHU de Poitiers ont été sollicités pour réaliser à tour de rôle une fibroscopie bronchique en conditions simulées. Le groupe devait être constitué de 5 à 10 sujets, ayant tous déjà une expérience confirmée en fibroscopie bronchique (plus de 100 fibroscopies réalisées dans leur carrière).

4. Simulation d'une fibroscopie bronchique

a. Modèle

Pour avoir un modèle avec un maximum de réalisme pour réaliser les fibroscopies, deux corps humains issus du don à la science ont été utilisés en alternance au laboratoire d'anatomie et de simulation ABS Lab de la faculté de médecine de Poitiers. Ceux-ci étaient recouverts de champs ne laissant entrevoir que le nez afin que leur aspect cadavérique ne risque pas de heurter la sensibilité de certains.

Un des modérateurs jouait le rôle de l'aide opératoire qui assistait le sujet réalisant la fibroscopie pour reproduire les conditions réelles de l'examen. L'autre modérateur jouait le rôle du « patient » en répondant lorsque l'opérateur s'adressait à lui.

Pour reproduire un bourgeon tumoral sténosant qui devra être biopsié, une boule de silicone blanc d'un diamètre d'environ 1cm a été déposée dans l'origine de la bronche lobaire inférieure à l'aide d'un bronchoscope rigide.

Pour mimer le saignement endobronchique, une aiguille de ponction lombaire reliée à une tubulure et une seringue de 50mL était implantée dans le lobe inférieur droit ou gauche du corps par voie transpariétale latérale, à partir des repères anatomiques de surface. Le bon positionnement était ensuite contrôlé par voie endoscopique en vérifiant l'arrivée dans la bronche souhaitée de l'eau injectée. Un liquide rouge (composé d'eau, de colorant rouge et d'un épaississant) était alors injecté par la seringue dont le débit pouvait être contrôlé pour varier l'abondance du saignement.

L'ensemble du processus s'est déroulé dans le respect du cadre éthique encadrant le don de corps à la science. Nous souhaitons notamment remercier ceux qui ont donné leurs corps à la science, permettant ainsi la recherche en anatomie et d'accroître les connaissances pour améliorer la prise en charge des patients.

b. Matériel

L'ensemble du matériel était celui utilisé en routine avec un fibroscope souple d'un diamètre de 6mm avec canal opérateur de 2,8mm (Olympus BF-1TH190) relié à une colonne vidéo et un système d'aspiration par vide d'air. L'ensemble des instruments pour réaliser les prélèvements étaient disponibles (pinces à biopsie, aiguille de cytoponction, 3 seringues de 50mL de sérum salé isotonique pour LBA…), ainsi que les produits pour l'anesthésie locale (spray de Lidocaïne, gel lubrifiant de Lidocaïne) et des accessoires mimant les éventuelles thérapeutiques nécessaires en cas de complication (lunettes et masque à oxygène, sonde de Fogarty, seringue de sérum salé isotonique glacé, seringue de sérum adrénaliné, Furosémide injectable).

Un scope de simulation Vitals® (Gaumard) était utilisé pour monitorer les constantes (SpO2, tension artérielle et fréquence cardiaque) du « patient ». Il était relié à un ordinateur et contrôlé par le logiciel UNI® (Gaumard) pouvant faire varier les différents paramètres durant l'examen, afin de simuler une dégradation clinique nécessitant l'action du médecin réalisant la fibroscopie. Si nécessaire, lorsque l'opérateur demandait à ausculter le « patient », il lui était indiqué oralement ce qu'il était censé entendre.

c. Scénario de simulation

La réalisation de la fibroscopie bronchique devait se dérouler de la même façon qu'en situation réelle, en commençant par la vérification de l'indication de l'examen, l'absence de contre-indication et en terminant par la rédaction d'un compte-rendu et en précisant la suite de la prise en charge.

Un bref contexte clinique par le biais d'une vignette (Annexe 8) introduisait la séance de simulation. Son contenu restait suffisamment vague pour permettre d'y inclure toutes les hypothèses étiologiques pneumologiques nécessitant des prélèvements endoscopiques (pathologies tumorales, infectieuses et interstitielles), tout en mentionnant des médicaments dont l'opérateur devait vérifier que leur présence ne contre-indiquait pas l'examen.

Un bilan biologique avec numération formule sanguine (dont plaquettes) et bilan de coagulation (TP et TCA) normaux était disponible à la demande de l'opérateur, de même qu'une feuille avec un consentement écrit signé.

De vraies séquences d'imagerie scanographique anonymisées issues des bases de données de l'hôpital accompagnaient la vignette clinique, afin de guider la nature et la localisation des prélèvements à réaliser par l'opérateur en illustrant différentes lésions pulmonaires :

- une plage en verre dépoli devant faire réaliser un lavage bronchiolo-alvéolaire
- un bourgeon tumoral endobronchique sténosant devant être biopsié avec des pinces à biopsie suivi d'un frottis à la brosse cytologique
- des adénomégalies médiastinales devant être prélevées par ponction-biopsie transbronchique à l'aiguille
- un infiltrat interstitiel réticulé sous-pleural avec signes de fibrose devant faire l'objet d'une biopsie pulmonaire transbronchique

Au cours de l'examen fibroscopique, l'opérateur devait nommer la bronche dans laquelle il se trouvait à chaque instant et décrire à voix haute toute lésion ou anomalie (sécrétion) qu'il visualisait et nommer l'endroit où elle se trouvait.

Plusieurs situations simulant des complications pouvaient survenir nécessitant que l'opérateur adapte sa prise en charge. Il s'agissait alternativement :

- d'une désaturation modérée en cours de fibroscopie avec SpO2 à 90% nécessitant l'introduction d'un faible débit d'oxygène par lunettes nasales pour stabiliser le patient, avant de poursuivre l'examen
- d'une désaturation majeure en cours d'examen avec SpO2 à 80% nécessitant son arrêt précoce, ou survenant à la fin de l'examen et nécessitant l'introduction de fort débit d'oxygène par masque facial ainsi que la réinstallation du patient assis et éventuellement du Furosémide intra-veineux en cas de crépitants à l'auscultation pulmonaire suggérant un œdème aigu pulmonaire, ou d'aérosols de bronchodilatateurs en cas de sibilants à l'auscultation pulmonaire suggérant un bronchospasme
- d'un saignement endobronchique à la suite d'un prélèvement biopsique dont l'abondance pouvait varier en contrôlant le débit injecté par la seringue et nécessitant le recours à différents moyens pour le tarir (instillation de sérum salé isotonique glacé, de sérum adrénaliné ou utilisation d'une sonde de Fogarty).

Cette séance de simulation a ainsi pu également servir d'étude pilote pour le développement du programme de formation par simulation à la fibroscopie bronchique, destiné aux internes du CHU de Poitiers. Un questionnaire de satisfaction a été soumis aux opérateurs à l'issue de la séance de simulation pour aider à son amélioration (Annexe 10).

5. Analyses statistiques

Les données recueillies ont fait l'objet d'analyses statistiques descriptives des variables.

a. Consensus par la méthode du groupe nominal

Pour chaque item de la pré-échelle, évalué par la méthode du groupe nominal, leurs notations (de 1 à 6) par les experts ont permis le calcul de leur médiane à chacun des trois tours. Les items ont ainsi été traités de la manière suivante, en accord avec ce qui est proposé dans la littérature :

- Pour une médiane < 4, l'item a été supprimé de la pré-échelle, car par définition il ne faisait pas 50% de consensus parmi les experts.
- Pour une médiane à 4 ou 4,5, l'item a été soit supprimé, soit reformulé en fonction des commentaires faits par les experts.
- Pour une médiane ≥ 5, l'item a été laissé tel quel ou légèrement reformulé en fonction des commentaires faits par les experts.

b. Processus de réponse par deux évaluateurs indépendants

Les notes de chaque item de la pré-échelle V4, données par les deux évaluateurs ont été colligées pour chaque opérateur réalisant une fibroscopie. Les scores totaux ont été calculés et exprimés en pourcentages avec calcul de moyenne et écart-type. Le pourcentage de discordance entre les scores émis par chaque évaluateur a été calculé pour rechercher une différence > 10%. Les items à l'origine de ces discordances ont été identifiés et les raisons de la discordance discutées avec les deux évaluateurs pour une reformulation plus objective ou précise de l'item, ou sa division en 2 s'il comprenait 2 éléments à évaluer en même temps.

6. Echelle d'évaluation définitive

La version définitive de l'échelle d'évaluation des performances en fibroscopie bronchique a ainsi été obtenue après nouvelle reformulation de certains items, basée sur les suggestions qu'ont pu spontanément émettre les deux évaluateurs et sur les éventuelles discordances identifiées lors de l'évaluation du processus de réponse.

RESULTATS

1. Groupe d'experts

Vingt-neuf experts internationaux en fibroscopie bronchique ont été identifiés dans 9 pays : en Europe (France, Italie, Allemagne, Royaume-Uni, Danemark), aux Etats-Unis, au Canada, en Argentine et en Australie. Il n'a pas été identifié d'expert significatif en Asie ni en Afrique. Tous étaient des pneumologues exerçants ou ayant exercé en centre hospitalier universitaire. Ils ont été contactés par e-mail (Annexe 1) et 13 ont répondu favorablement et renvoyé la pré-échelle avec leur évaluation de chaque item au premier tour.

Les experts ont été recontactés par e-mail suite aux modifications de la pré-échelle, avec l'apport de précisions en réponse à certains commentaires (Annexes 2 et 3). Au deuxième tour, 12 experts ont répondu dont un n'ayant pas répondu lors du premier tour et deux ont été perdus de vue. Au troisième tour, 11 experts ont répondu avec un perdu de vue supplémentaire.

Quelques difficultés ont été rencontrées lors du contact avec les experts nécessitant d'effectuer plusieurs relances avec des délais longs entre l'e-mail initial et leurs réponses. Certains experts n'ont pas scoré une partie des items, le plus souvent parce qu'ils étaient en désaccord complet avec l'item, mais d'autres fois la raison n'a pas été motivée. Il a donc été décidé d'attribuer la note de 1 à ces items pour l'analyse et les modifications de la pré-échelle.

L'ensemble des membres ayant participé à un moment au groupe nominal figurent en Annexe 4.

2. Modifications de la pré-échelle (Tableau 1)

La pré-échelle V1 établie et envoyée aux experts était constituée de 55 items et articulée en 3 grandes parties : avant, pendant et après l'acte endoscopique avec des sous-parties marquant les différentes étapes dans le déroulement d'une fibroscopie bronchique (Annexe 5).

Les résultats du premier tour auprès des experts étaient les suivants : 8 items supprimés, 23 items reformulés, 24 items laissés tels quels et 19 items ajoutés à la version suivante.

La pré-échelle V2 (Annexe 6) était alors constituée de 66 items avec comme résultats lors du deuxième tour des experts : 1 item supprimé, 15 items reformulés, 50 items laissés tels quels et 6 items ajoutés à la version suivante.

La pré-échelle V3 (Annexe 7) était quant à elle constituée de 70 items, et suite au troisième tour auprès des experts les modifications étaient les suivantes : 2 items ont été supprimés afin d'être fusionnés avec un troisième item, 1 autre item a également été reformulé, 66 items ont été laissés tels quels et aucun item n'a été ajouté.

Tableau 1 : Modifications des items des pré-échelles V1, V2 et V3 :

	Items pré-échelle V1 N = 55 (%)	Items pré-échelle V2 N = 66 (%)	Items pré-échelle V3 N = 70 (%)
Items reformulés	23 (42%)	15 (22,7%)	2 (2,8%)
Items laissés tels quels	24 (43,5%)	50 (75,7%)	66 (94,3%)
Items supprimés	8 (14,5%)	1 (1,5%)	2 (2,8%)
Items ajoutés à la version suivante	19 (34,5%)	5 (7,6%)	0

a. Reformulation d'items

Les items ayant un score médian compris entre 4 et 4,5 ont été reformulés car correspondant à un consensus moyen entre les experts de 50 à 75%. Des items avec un score médian ≥ 5 ont également pu être reformulés à la suite de précisions ou suggestions apportées par les experts.

Les reformulations ont donné lieu à la rectification de notions jugées incomplètes ou erronées, ou l'apport de précisions dans le but de rendre l'item plus objectif et compréhensible. Les items reformulés de chaque pré-échelle sont repérés en orange sur la pré-échelle N+1 en Annexes 6 et 7.

Exemples d'items reformulés lors du premier tour (23 items), avec quelques commentaires des experts :

- *I.B.1. "Interviews the patient (makes sure he has understood the procedure, is fasting, doesn't take any anticoagulant or has stopped them, is in a satisfactory respiratory a state to withstand procedure)"*, médiane à 6.

  Commentaires : "Before interview with patient, the operator must have seen the CT scan and read the notes and identified potential risks to discuss with the patient and obtain informed consent for the procedure with the patient."

- *I.B.3. "Checks the biology report (platelet level and coagulation parameters are satisfactory)",* médiane à 5.

  Commentaires : "When indicated" ; "Biology reports are not mandatory before bronchoscopy except […] after anticoagulant therapy […]."

  En effet, bien que de nombreux pneumologues aient l'habitude de recourir systématiquement à une biologie avant toute fibroscopie, les recommandations ne le requièrent qu'en cas de doute sur un trouble de l'hémostase ou de traitement anticoagulant.

- *II.B.1. "*Holds the bronchoscope in an appropriate way: dominant hand on joystick, other hand on the tube close to patient's face", médiane à 5.

<u>Commentaires</u> *: "Endoscopes are designed to be held in the left hand (normally the non-dominant hand). This leaves the right hand free to operate tools etc. […] I think it would be a complete failure if the final tool tells trainees to hold the scope in the right hand and use the left hand close to the patient!"*

A noter qu'il n'y a pas de recommandation sur la façon de tenir le fibroscope et deux écoles s'opposent : tenir la partie haute du fibroscope dans la main gauche ce qui le laisse reposer par ses fils sur la tranche entre le pouce et l'index, ou le tenir dans la main avec laquelle l'opérateur se sent le plus à l'aise (souvent sa main dominante) et il n'y a aucune incidence sur le contrôle du fibroscope.

- *II.B.2. "Passes the different anatomical obstacles of the upper airways (nasal passage, pharynx, vocal cords)"*, médiane à 6.

  <u>Commentaires</u> *: "Many go orally" ; "What about patients with laryngeal masks, endotracheal tubes, or tracheotomies?"*

  L'item a été modifié pour prendre en compte les possibilités d'introduction du fibroscope par les différents orifices naturels, selon la situation du patient.

- La position des groupes d'items *II.E "Endobronchial lesion"* et *II.F "Takes centred and clear photos of any visualized lesion"* ont été remontés dans l'échelle pour plus de cohérence dans l'ordre de déroulement des items et pour regrouper les différentes techniques de prélèvements à la suite.

- *II.J.2. "Protects the rest of the airways from being flooded by aspirating blood"*, médiane à 6.

  La notion de repositionner le patient sur le côté homolatéral au saignement a été ajoutée sur proposition d'un expert, puis finalement retirée au second tour devant l'avis défavorable d'autres car difficile à réaliser en pratique pendant l'examen fibroscopique.

Parmi les 23 items de la pré-échelle V1 qui ont été reformulés, 15 (soit 65,2%) ont obtenu un meilleur score médian lors du second tour, 8 (soit 34,8%) ont obtenu un score identique, et aucun n'a obtenu de score médian inférieur.

<u>Exemples d'items reformulés lors du deuxième tour (12 items), avec quelques commentaires des experts :</u>

- *II.A.2. "If passing through the nose, sprays Lidocain in the nostrils and then puts Lidocain gel in the nostrils and tells patient to sniff and swallow both"*, médiane à 5,5.

Commentaires : "Alternatively, we put lidocaine gel on the endoscope."

- *II.B.1. "Holds the bronchoscope in an appropriate way: one hand on joystick, other hand on the tube close to patient's face"*, médiane à 5,5.
  *Commentaires : "*I suggest to use the word "handle" (I have never heard anyone call an endoscope for a "joystick"."

- L'ordre des items de la sous-partie *II.C* concernant les différentes sections de l'anatomie bronchique a été revu pour correspondre à la logique de l'ordre exploré par le fibroscope (en commençant par le haut d'un poumon jusqu'en bas, avant de passer à l'autre côté) et les noms des bronches segmentaires ont été précisés. L'item *II.C.3 "The left and right mainstem bronchi"* a également été divisé en deux pour suivre cet ordre.
  *Commentaires : "*You MUST put these in a logical order."

- *II.C.5.* "*The culmen and its segmental divisions"*, médiane à 6.
  Commentaires : "This is NOT a commonly used word. I suggest "apical part of left upper lobe"."
  Le terme de culmen est moins couramment utilisé en anglais.

- *II.H.2. et 2'. "Depending on the technique preferred locally: Inserts forceps into the working channel and advances it as far as possible […] then retracts forceps by 2-3 cm", médiane à 5,5*
  Commentaires : "I think 2-3 cm is too far, I would suggest 1.5-2 cm"
  Les recommandations britanniques indiquent même de retirer de 1cm.

Parmi les 15 items de la pré-échelle V2 qui ont été reformulés, 11 (soit 73,3%) ont obtenu un meilleur score médian lors du second tour et les 4 autres (soit 26,7%) ont obtenu un score identique.

Items reformulés lors du troisième tour (2 items), avec les commentaires des experts :

- *II.C. 2. "The carina"*, médiane à 6.
  Commentaires : "The tool will be quite unbalanced if it is possible to score 5 x max score (out of 11) for anatomical knowledge without identifying a single segment (but only trachea, carina, right mainstem, bronchus intermedius, and left mainstem) […]"
  L'item a donc été regroupé avec ceux des bronches souches droite et gauche.

- *I.B.2. "Checks the medical file data: verifies there is no anticoagulant treatment or bleeding disorder, that the patient doesn't have a serious heart or respiratory condition that may be aggravated by the procedure", médiane à 6*

  Sur les recommandations des deux experts évaluateurs pour l'étape du processus de réponse, la notion d'indication à l'arrêt ou non du traitement anticoagulant/antiagrégant plaquettaire en fonction des prélèvements prévus durant la fibroscopie a été intégrée (lavage bronchiolo-alvéolaire possible sous anticoagulant, mais pas de biopsie ; Aspirine 75mg, 100mg et 160mg possibles pour tout prélèvement mais pas 300mg ni les thiénopyridines).

Ces deux items reformulés n'ont pas nécessité une nouvelle réévaluation par le groupe d'experts car leurs modifications n'étaient que mineures et leurs scores médians étaient déjà à 6.

b. Ajout d'items

Des rajouts d'items ont été proposés par certains experts de façon à enrichir la pré-échelle. Ils ont été soumis à évaluation par l'ensemble du groupe nominal lors du tour suivant.
Les items ajoutés à chaque pré-échelle sont repérés en vert sur la pré-échelle N+1 en Annexes 6 et 7.

Exemples d'items rajoutés à la suite du premier tour (19 items), avec quelques commentaires des experts :

- *II.G.1. "Anticipates a potential risk of bleeding: avoids most vascularized area, considers "preventive" washing with ice water or adrenaline"*

  Commentaires : *"I would also include plan for the biopsy – if vascular consider washing with ice water/ having ice water/adrenaline ready for after the biopsy."*

- *II.H.2 "Depending on the technique preferred locally: Inserts forceps into the working channel and advances it as far as possible until patient signals parietal pain, or until resistance is met, or if fluoroscopy is used until the forceps is within 1cm of the pleural surface or in the targeted region, then retracts forceps by 2-3 cm or until pain disappears"*
- *II.H.3. "Instructs the patient to take a deep breath in, then opens forceps, instruct the patient to breathe out slowly, then whilst the patient is breathing out the forceps are advanced by 1cm or until gentle resistance is met, then closed for a moment and gently retracted"*

  Ces deux items correspondent à la refonte des items supprimés ayant la même numérotation et mentionnés ci-dessous, en adéquation avec les commentaires des experts et la description de la procédure selon les recommandations officielles.

- *II.J.4 "Does not remove bronchoscope until bleeding has completely ceased"*
  Commentaires : *"Do not remove your bronchoscope until bleeding cessation."*

- *III.B.1. "Appropriate monitoring of the patient, identifies criteria for hospitalisation or discharge"*
  Commentaires : *"Identify appropriate post procedure care and monitoring, set parameters for admission to hospital/discharge as day case."*

Quelques items ont également été créés et proposés aux experts à partir de leurs commentaires concernant des items existants. C'est ainsi que les sous-parties contextuelles "Vigilant patient" et "Patient under general anaesthesia/sedation" ont été créées dans les parties II.A, II.B et II.H pour adapter les étapes à évaluer en fonction du scénario voulu avec des items 1/1', 2/2' et 3/3'.
Commentaires : "Perhaps make it so it can also be used for patients in general anaesthesia."

Deux items ont été rajoutés car l'idée n'était pas survenue plus tôt lors de l'établissement de la pré-échelle initiale et ces notions semblaient manquer :

- II.D.1. "Correctly describes endobronchial secretions according to their aspect (clear, white, bloody, with clots, purulent, frothy, sooty)"
- II.D.2. "Recognises a lesion of the bronchial mucosa and describes it appropriately (tumour bud, tumour infiltrated mucosa, necrotic mucosa, hypervascularity, extrinsic compression, bronchial pits, anthracosis, fistula, stenosis)"

Exemples d'items rajoutés à la suite du deuxième tour (8 items), avec quelques commentaires des experts :

- *II.C.8. "The left mainstem bronchi"*
  L'item a été séparé de *"The right mainstem bronchi"* à la suite de la suggestion de revoir l'ordre des items des bronches pour correspondre à celui de l'exploration fibroscopique (cf ci-dessus).

- *II.D.1. "Correctly assesses the mobility and symmetry of the vocal cords (asks the patient to pronounce a sound)"*
  Commentaires : "Did you want to add the vocal cords and assess vocal cord palsy etc ? Part of staging for some patients with significant implication if incorrectly reported."

- La technique de prélèvement cytologique par brossage bronchique a été ajoutée : *II.J. "Performing an endobronchial brush"* et ses trois sous-items *II.J.1, .2* et *.3*

Commentaires : "Add bronchial brush for cytology ?"

L'ensemble des 19 items rajoutés entre les pré-échelles V1 et V2 et des 6 rajoutés entre les pré-échelles V2 et V3 ont été approuvés par le groupe d'experts avec chaque note médiane ≥ 5.

c. Suppression d'items

Les items ayant une médiane < 4 étaient supprimés car ils ne faisaient pas 50 % de consensus parmi les experts. Les raisons d'une faible notation n'étaient malheureusement pas toujours exprimées par les experts. Certains items ayant une médiane ≥ 4 ont également été supprimés en fonction des commentaires des experts.

Les items supprimés de chaque pré-échelle sont repérés en rouge en Annexes 5, 6 et 7.

Items supprimés lors du premier tour (8 items), avec quelques commentaires des experts :

- *II.A.1 "Sprays Lidocain in the nostrils and throat twice at 5 min interval, tells patient to sniff and swallow",* médiane à 4.
  Commentaires : *Why 5 minutes ; Lots of variables and not performed if orally.*
- *II.A.2 "Puts Lidocain gel in the nostrils and tells patient to sniff and swallow",* médiane à 3.
  Commentaires : *Not applicable if we are using the oral route.*
  Pour ces deux items, un expert considérait également qu'ils ne relevaient pas du rôle du médecin mais de l'infirmière.

- *II.H.2 "Inserts forceps into the working channel and advanced as far as possible until patient signals parietal pain, then retracts it by 1 cm",* médiane à 2.
- *II.H.3 "Instructs the patient to take a slow deep breath, then opens forceps, instruct the patient to breathe out slowly, then whilst the patient is breathing out the forceps are advanced then closed and retrieved",* médiane à 3.
  Commentaires pour ces 2 items : *"Not applicaple if using fluoroscopy or if procedure is under anesthesia" ; "There is considerable variation in how people do transbronchial lung biopsies" ; "Timing with breathing is an outdated practice."*

- *II.I.2 "Positions bronchoscope over the target site so that the tip of the needle sheath lies against the airway wall",* médiane à 3.
- *II.I.3 "Asks the assistant to advance the needle enabling it to pass through the airway wall, then advances the sheath while carefully withdrawing the bronchoscope so that more of the needle sheath is visible"*, médiane à 3.

Commentaires pour ces 2 items : "*Different techniques are proposed by K Wang to perform transbronchial needle aspiration. The needle sheath against the wall is one of these techniques, but neither the best nor the more frequent (Jabbing or Pushing/Piggy back technique). But some points are crucial: advance the needle only if the sheath is visible. Puncture should be as perpendicular as possible and the entrance point should be calculated to reach the target according to the angle of the needle. Place the needle between the cartilage arches and never in a carina."*

Les deux items suivants ont également été supprimés, bien qu'ayant une note médiane > 4 car ils étaient redondant avec d'autres items :

- *II.B.5 "Maintains good visualization of the bronchial lumen : spends limited time in red-out (less than 15% of total procedure time), image is centred, without secretions blocking view and limits contact with the bronchial wall",* médiane à 5.
  Commentaires : *"Maintaining good visualization is essential, however the description is not good: 15% in red-out is unacceptable – red-out should be avoided completely in a good bronchoscopy. Limits contact with the bronchial wall overlaps with item 6."*
  Les notions de l'item, faisant redondance avec les items II.B.4 et II.B.5, ont donc été réintégrées dans les items sus- et sous-jacents. La notion du temps passé en aveugle ou avec des sécrétions bloquant la vue est difficile à juger car cela est imprévisible et parfois difficile à éviter selon la situation.
- *II.E.1 "*Visualizes it", médiane à 6.
  Commentaires : "*Visualization is part of localization (item below)."*

A noter que l'item *II.B.6* concernant la ponction-biopsie transbronchique à l'aiguille (TBNA) *"Repeats procedure at least 5 times producing decent quality samples"* a été conservé malgré une notation médiane de 3 au premier tour. En effet, trois experts ont donné la note minimale à cette sous-partie ou ne l'ont pas évaluée car ils considéraient que cette technique de prélèvement ne devait plus être pratiquée que sous écho-endoscopie bronchique et non à l'aveugle sous fibroscopie standard. Un expert supplémentaire a donné une notation de 2 car il questionnait la raison pour laquelle le nombre de 5 prélèvements avait été retenu et un autre expert considérait que différentes techniques étaient possibles pour ce prélèvement et étaient mal décrites dans cette sous-partie. Un autre expert n'a pas noté cette sous-partie sans explications.
Ce point a donc été ré-évoqué avec les experts : la ponction-biopsie transbronchique à l'aiguille garde une place dans l'arsenal diagnostique de pneumologie selon les recommandations. En effet, elle est de réalisation facile avec un bon rendement diagnostique et permet d'éviter des examens plus invasifs

et coûteux, notamment dans des centres qui ne sont pas encore équipés d'écho-endoscopie bronchique. Lors du deuxième tour, les experts ont alors donné une note médiane de 5 à l'item, et de 6 au troisième tour.

Items supprimés lors des deuxième et troisième tours (3 items) :

- *II.G.1. "Anticipates a potential risk of bleeding: avoids most vascularized area, considers "preventive" washing with ice water or adrenaline"*, médiane à 5,5
  Cet item a été supprimé au tour suivant son rajout car bien que cette pratique soit répandue, son indication reste à l'appréciation subjective de l'opérateur et aucune recommandation officielle ne la mentionne. Il était donc difficile de l'établir comme critère de jugement dans la bonne pratique d'une biopsie bronchique.

Comme indiqué précédemment, les items *II.C.3. "The right mainstem bronchi"* et *II.C.8. "The left mainstem bronchi"* ont été supprimés pour être regroupés avec *II.C.3. "The carina"* afin de laisser dans cette partie plus d'importance aux items concernant l'identification des bronches segmentaires.

3. Version finale de la pré-échelle (V4)

L'ensemble de ces modifications ont permis d'aboutir à la pré-échelle V4 constituée de 68 items, toujours articulée en 3 grandes parties : avant, pendant et après l'acte endoscopique. Celle-ci détaillait les différentes étapes dans le déroulement d'une fibroscopie bronchique, les différentes techniques de prélèvement et la gestion des complications avec des sous-parties contextuelles établies en fonction de si l'examen se déroulait sous anesthésie locale ou sous anesthésie générale.

4. Processus de réponse par la simulation d'une fibroscopie bronchique

   a. Groupe des opérateurs

Huit pneumologues, praticiens du CHU de Poitiers, ont participé comme opérateurs pour réaliser une fibroscopie bronchique en condition de simulation. Tous étaient des médecins thésés et comprenaient : deux universitaires (un professeur et un maitre de conférences des universités), trois praticiens hospitaliers, un chef de clinique, un assistant et un docteur junior.

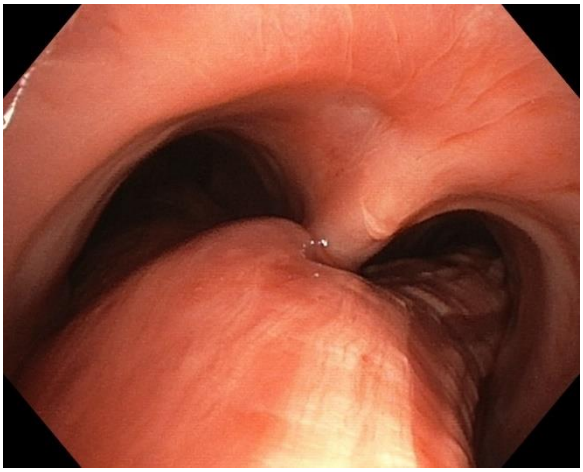
Ils ont été, chacun leur tour, évalués avec la pré-échelle V4 sur la réalisation d'une fibroscopie bronchique avec simulation d'un patient éveillé, sous anesthésie locale, et sur leur gestion des complications survenues selon le scénario. Ils ont également été amenés à réaliser les différentes techniques de prélèvements qu'ils maîtrisaient, et ne réalisaient donc pas nécessairement l'ensemble des prélèvements répertoriés dans l'échelle. Les items contextuels relatifs à l'examen fibroscopique sur sujet sédaté ou sous sédation ou anesthésie générale n'étaient pas évalués.

b. Corps utilisés (Figure 1)

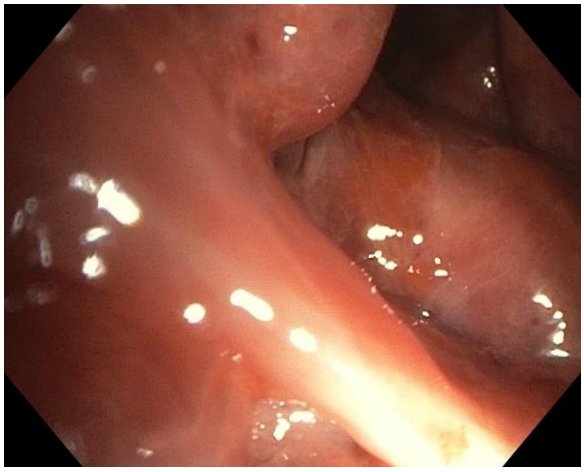
Les deux corps utilisés au laboratoire d'anatomie étaient issus de dons à la science et servent en général pour l'enseignement de l'anatomie aux étudiants en médecine et pour apprendre différentes techniques chirurgicales aux internes de chirurgie. Ces deux corps ont pu être utilisés après une session de formation de chirurgie digestive, garantissant ainsi l'intégrité de l'arbre respiratoire. Les muqueuses des voies aériennes et notamment bronchiques étaient en relativement bon état avec bon rendu visuel des couleurs (Figure 1b).

Figure 1 : Le modèle de simulation sur corps humain

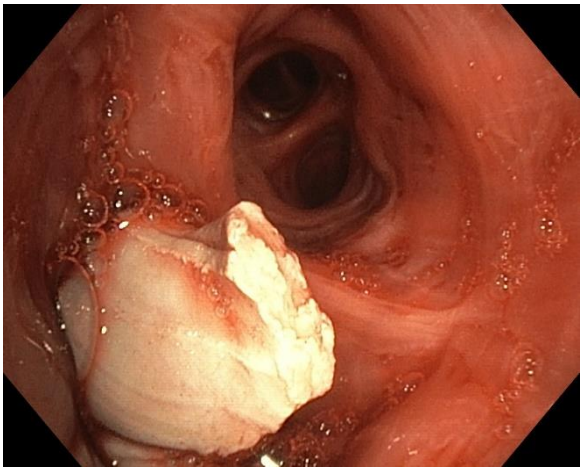
a. Montage du modèle. 1 : fibroscope, 2 : colonne vidéo, 3 : corps humain (recouvert de champs), 4 : instruments pour les prélèvements et traitements



b. Trachée avec la carène se divisant en bronche souche droite et gauche



c. Muqueuse d'aspect infiltré en lobaire inférieur droit (1er corps)



d. Bourgeon tumoral nécrotique en lobaire inférieur gauche reproduit par une boule de silicone (2ème corps)

Par chance, l'état des muqueuses de la pyramide basale droite sur le premier corps avait l'apparence d'une muqueuse infiltrée avec compression tumorale extrinsèque ce qui était un site parfait pour la réalisation de biopsies bronchiques (Figure 1c). Sur le deuxième corps, une boule de silicone a été

introduite dans l'origine de la bronche lobaire inférieure gauche afin de reproduire un bourgeon tumoral nécrotique sténosant pouvant être biopsié (Figure 1d).
Les aiguilles pour reproduire le saignement ont été implantées dans le lobe inférieur où se situait la lésion endobronchique correspondante qui devait être biopsiée.

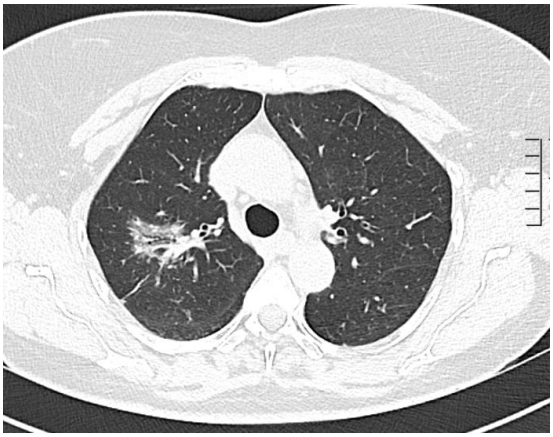
Quelques difficultés ont été rencontrées du fait que d'importantes quantités de liquide exsudaient des muqueuses bronchiques ischémiées, nécessitant des aspirations répétées de l'arbre bronchique qui sans cela se retrouvait complètement noyé. De plus, au fur et à mesure de leur utilisation dans la journée, les muqueuses bronchiques semblaient s'abimer et se collaber de plus en plus, rendant l'examen fibroscopique plus difficile.

c. Séquences d'imageries

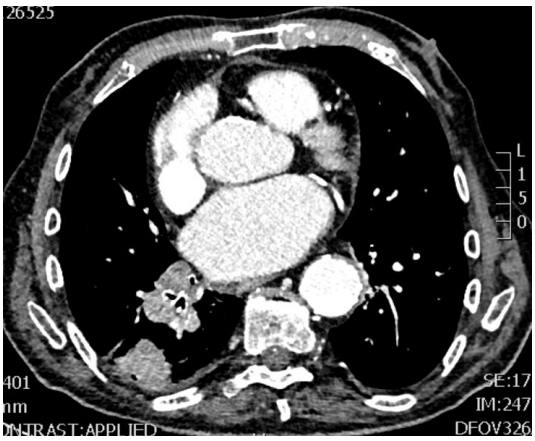
Cinq séquences d'imageries scanographiques ont été utilisées pour illustrer les lésions pulmonaires qui motivaient le recours aux différentes techniques de prélèvement (Figure 2) :

- Une plage de condensation alvéolaire en verre dépoli lobaire supérieure droite qui devait être prélevée par lavage bronchiolo-alvéolaire (LBA) dans le territoire de la bronche segmentaire RB2 (Figure 2.a).
- Une infiltration tumorale de la muqueuse de la bronche lobaire inférieure droite qui devait être biopsiée avec la pince à biopsie puis un complément de prélèvement par brossage bronchique à la brosse, concernant le premier corps (Figure 2.b).
- Une masse tumorale bourgeonnante et sténosant la bronche lobaire inférieure gauche qui devait être biopsiée avec la pince à biopsie puis un complément de prélèvement par brossage bronchique à la brosse, concernant le deuxième corps (Figure 2.c).
- Une adénomégalie sous-carénaire qui devait bénéficier d'une ponction-biopsie transbronchique à l'aiguille au niveau sous-carénaire (à la portion proximale et médiale de la bronche souche droite ou gauche) (Figure 2.d).
- Un infiltrat interstitiel avec réticulations intra-lobulaires et rayons de miel sous-pleural lobaire inférieur droit devant faire l'objet d'une biopsie pulmonaire transbronchique avec la pince à biopsie dans RB8, RB9 ou RB10 (Figure 2.e).

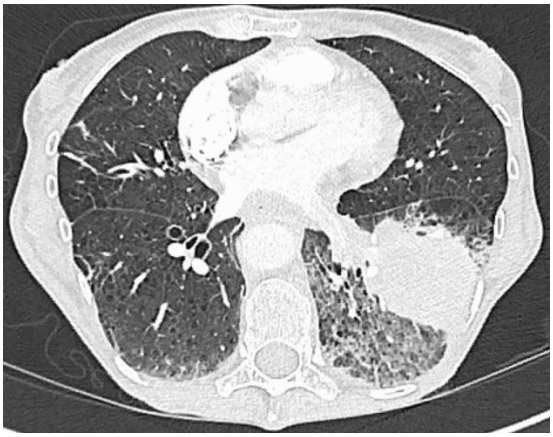
Figure 2 : Coupes scanographiques utilisées illustrant les différentes lésions pulmonaires à prélever



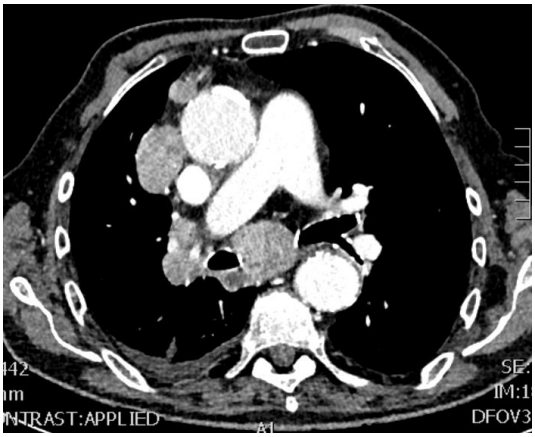
a. Verre dépoli en RB2



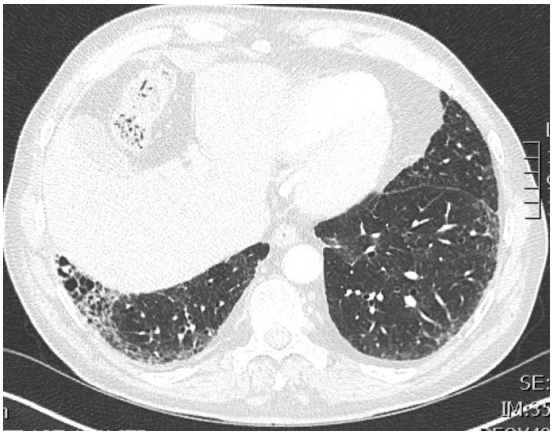
b. Infiltration tumorale de la muqueuse en lobaire inférieure droit



c. Masse tumorale en lobaire inférieur gauche



d. Adénomégalie sous-carénaire



e. Réticulations intra-lobulaires et rayons de miel en lobaire inférieur droit

d. Comparaison des scores des 2 évaluateurs et recherche des items discordants

L'ensemble des opérateurs ont réalisé la préparation de l'examen, l'exploration fibroscopique avec réalisation d'un lavage bronchiolo-alvéolaire ainsi que des biopsies bronchiques sur site tumoral et la prise en charge post-acte, mais les autres techniques de biopsies n'ont pas toujours été réalisées. Tous ont dû à un moment durant la fibroscopie prendre en charge une désaturation du patient ainsi qu'un saignement endobronchique avec des degrés de sévérité variables.

Au total, 62 items de l'échelle ont été évalués sur au moins un opérateur et 48 items ont été évalués sur les huit opérateurs. Onze items n'ont été évalués que sur trois opérateurs. Il s'agissait de ceux relatifs à la réalisation de biopsies pulmonaires transbronchiques et de ponctions-biopsies transbronchiques à l'aiguille. Trois items n'ont été évalués que sur deux opérateurs, s'agissant des items concernant le brossage bronchique (Tableau 2).
Les six items de l'échelle concernant un examen sous sédation ou anesthésie générale n'ont pas été évalués, comme mentionné précédemment.

La satisfaction des opérateurs à la suite de la séance de simulation était dans son ensemble plutôt bonne avec quelques limites concernant le franchissement de la filière ORL et la navigation endobronchique (Annexe 9). Leurs réponses montrent également que des améliorations seront à prévoir sur scénario de simulation.

Le score moyen des opérateurs était de 81,5% ± 5,1%. La discordance de score entre les deux évaluateurs était inférieure à 10% pour tous sauf l'opérateur 5 (13,5% de différence) (Figure 3, Tableau 3). Cependant, bien que les scores totaux étaient proches, entre 23 et 30% des items au sein de l'échelle ont été scorés différemment pour chaque opérateur (Tableau 3).

Concernant les items avec lesquels les 8 opérateurs ont été évalués, 12 items (25%) n'ont jamais eu de note discordante entre les deux évaluateurs et 36 items (75%) se sont vus attribuer au moins une note discordante, dont 9 items (18,75%) avec une seule discordance. Concernant les items avec lesquels 3 opérateurs ont été évalués, 4 (36,4%) n'ont pas eu de discordance et 7 (63,6%) ont eu au moins une note discordante et pour les items avec 2 opérateurs évalués, 2 (66,6%) n'avaient pas de discordance et 1 (33,3%) en avait une.

Tableau 2 : Nombre d'opérateurs évalués et nombre de discordances par item pour l'ensemble des évaluations :

Item	Nbr d'opérateurs évalués sur l'item	Nbr de discordances entre les évaluateurs pour l'item (%)	Item	Nbr d'opérateurs évalués sur l'item	Nbr de discordances entre les évaluateurs pour l'item (%)
I.A	8	0	**II.G.1**	8	1 (12,5%)
I.B.1	8	5 (62,5%)	**II.G.2**	8	2 (25%)
I.B.2	8	0	**II.G.3**	8	0
I.B.3	8	0	**II.G.4**	8	0
I.C	8	0	**II.H.1**	3	2 (25%)
II.A.1	8	5 (62,5%)	**II.H.2**	3	2 (25%)
II.A.2	8	3 (37,5%)	**II.H.3**	3	0
II.A.1'	0	NA	**II.H.2'**	0	NA
II.A.2'	0	NA	**II.H.3'**	0	NA
II.B.1	8	1 (12,5%)	**II.H.4**	3	2 (25%)
II.B.2	8	1 (12,5%)	**II.H.5**	3	0
II.B.3	8	3 (37,5%)	**II.I.1**	3	0
II.B.2'	0	NA	**II.I.2**	3	2 (25%)
II.B.3'	0	NA	**II.I.3**	3	2 (25%)
II.B.4	8	1 (12,5%)	**II.I.4**	3	1 (12,5%)
II.B.5	8	3 (37,5%)	**II.I.5**	3	2 (25%)
II.B.6	8	3 (37,5%)	**II.I.6**	3	0
II.C.1	8	0	**II.J.1**	2	0
II.C.2	8	0	**II.J.2**	2	0
II.C.3	8	3 (37,5%)	**II.J.3**	2	1 (12,5%)
II.C.4	8	4 (50%)	**II.K.1**	8	6 (75%)
II.C.5	8	2 (25%)	**II.K.2**	8	5 (62,5%)
II.C.6	8	3 (37,5%)	**II.K.3**	8	3 (37,5%)
II.C.7	8	3 (37,5%)	**II.K.4**	8	3 (37,5%)
II.C.8	8	1 (12,5%)	**II.L.1**	8	4 (50%)
II.C.9	8	2 (25%)	**II.L.2**	8	1 (12,5%)
II.D.1	8	0	**II.L.3**	8	2 (25%)
II.D.2	8	6 (75%)	**II.M.1**	8	1 (12,5%)
II.D.3	8	4 (50%)	**II.M.2**	8	1 (12,5%)
II.D.4	8	5 (62,5%)	**III.A**	8	0
II.E	8	1 (12,5%)	**III.B.1**	8	7 (87,5%)
II.F.1	8	4 (50%)	**III.B.2**	8	7 (87,5%)
II.F.2	8	0	**III.B.3**	8	4 (50%)
II.F.3	8	0	**III.C**	8	2 (25%)

Figure 3 : Scores de performance des 8 fibroscopies donnés indépendamment par les 2 évaluateurs

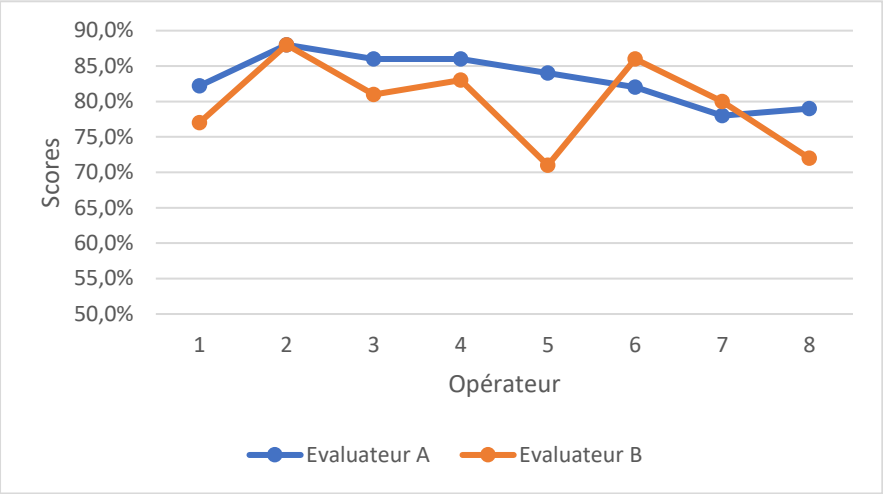


Tableau 3 : Différences de score entre les deux évaluateurs et nombre d'items discordants par opérateur

	Nbr d'items évalués	Score évaluateur A	Score évaluateur B	**Différence de score (%)**	Nbr d'items discordants
Opérateur 1	62	82,2%	77%	**4,8%**	22 (35,5%)
Opérateur 2	54	88%	88%	**0**	13 (24,1%)
Opérateur 3	54	86%	81%	**4,7%**	14 (26,4%)
Opérateur 4	48	86%	83%	**3,1%**	13 (27,1%)
Opérateur 5	48	84%	71%	**13,5%**	13 (27,1%)
Opérateur 6	53	82%	86%	**3,8%**	13 (24,5%)
Opérateur 7	56	78%	80%	**2,7%**	13 (23,2%)
Opérateur 8	48	79%	72%	**7,3%**	12 (25%)

Certains items particulièrement ont plus fréquemment fait l'objet d'une évaluation discordante entre les deux évaluateurs (Tableau 2). Il s'agissait des items concernant les vérifications avant l'examen, la réalisation de l'anesthésie locale, l'anatomie bronchique et le repérage pour réaliser les prélèvements, la description des anomalies visibles, la gestion de l'hémoptysie et la prise en charge post-interventionnelle.

5. Echelle finale

Après identification des items discordants (Tableaux 2 et 3), leur formulation a été revue en concertation avec les deux évaluateurs afin de les rendre plus précis ou retirer des informations peu pertinentes. Au total, 7 items de la pré-échelle V4 ont été reformulés, 1 a été supprimé et 61 laissés tels quels.

Items reformulés (7 items), avec les justifications apportées par les évaluateurs :

- *I.B.1. "Makes sure the patient has understood the procedure, is fasting and is in a satisfactory respiratory state to withstand the procedure"*

  La notion de vérification de l'identité et du consentement a été supprimée car relevant plutôt de la tâche de l'infirmière puisque faisant partie de la check-list de sécurité devant être vérifiée avant l'intervention.

- *I.B.2. "Verifies there is no anticoagulant /antiplatelet treatment or bleeding disorder that would contraindicate the endobronchial sampling"*

  Dans cet item, les notions de vérification du traitement anticoagulant et de l'état cardio-respiratoire faisaient doublon avec l'item sus-jacent, bien que le premier soit nuancé pour signifier l'état respiratoire actuel du patient, tandis que l'autre précise l'existence d'antécédents pouvant potentiellement décompenser. De plus, la multiplication des informations dans ces items complexifiait les moyens pour les scorer.

- *II.A.1. "Sprays Lidocaine in the throat twice, and if passing through the nose, also sprays Lidocaine in the nostrils and tells patient to sniff"*

  Plusieurs techniques pour l'anesthésie locale du nez de de la gorge sont possibles et l'item a été rendu un peu plus général, puisqu'il n'est pas obligatoire que le patient avale pour garantir l'efficacité de la Lidocaïne.

- *II.A.2. "Lubricates the nostrils and/or endoscope with Lidocaine gel"*

  La finalité de cet item était surtout de vérifier la lubrification pour faciliter le passage de l'endoscope avec plusieurs méthodes possibles selon les habitudes locales.

- *II.E. "Takes clear photos of any visualized lesion"*

  La notion de « centrée » a été retirée car avec les mouvements respiratoires et la position de la lésion, il n'est pas toujours facile de centrer la photo et cela n'est pas indispensable, tant qu'elle soit nette et bien représentatrice de la lésion.

- *II.K.3. "Controls bleeding by using different techniques (i.e.: let it clot without suction, instil cold isotonic saline or adrenalin/vasopressin/tranexamic acid, apply pressure with balloon catheter, intravenous treatment by vasopressin if out of control)"*

  Il n'existe pas de critère objectif pour mesurer l'abondance d'un saignement bronchique. Communément, sa sévérité reste graduée par la nécessité ou non d'une intervention de

l'opérateur ou la survenue d'une dégradation respiratoire du patient. Il n'y a notamment pas de recommandation sur l'ordre d'utilisation des différentes techniques pour tarir le saignement, sauf la British Thoracic Society qui propose dans un premier temps d'instiller une solution vasoconstrictrice (sérum physiologique glacé ou adrénaliné) et en cas d'échec de recourir à un tamponnement par sonde de Forgarty. En pratique, leur recours dépend de l'habitude et des préférences de l'opérateur et l'item a donc été simplifié pour insister sur la finalité qui est l'arrêt du saignement.

L'item *III.B.3* a été supprimé car il traitait plutôt de connaissances générales de pneumologie que de notions spécifiques à la fibroscopie, et ne conditionnait donc pas les performances à réaliser une fibroscopie. De plus, les possibilités de réponses étaient très vastes en fonction du scénario de simulation rendant difficile son scorage.

Ces dernières modifications ont ainsi permis d'aboutir à la version finale de l'échelle d'évaluation constituée de 67 items (Annexe 10).

DISCUSSION

1. Résultats principaux

   a. Echelle d'évaluation des performances en fibroscopie bronchique

Cette étude auprès d'un groupe nominal de 14 experts internationaux a permis d'aboutir en trois tours à l'élaboration d'une pré-échelle d'évaluation des performances en fibroscopie bronchique. Cette pré-échelle a ensuite été modifiée avec l'apport des suggestions de deux experts observateurs indépendants, à la suite de leur utilisation de la pré-échelle pour évaluer 8 pneumologues expérimentés réalisant une fibroscopie. Le résultat final a donné lieu à l'échelle définitive composée de 67 items regroupés en 19 sous-parties elles-mêmes réparties en 3 axes (avant, pendant et après l'acte d'endoscopie), et qui aura comme double vocation de :

- constituer un outil pédagogique pour l'apprentissage détaillé de la fibroscopie bronchique et l'ensemble des techniques de prélèvements endobronchiques à destination des internes en pneumologie
- constituer un outil d'évaluation des performances lors de la réalisation d'une fibroscopie lors d'une séance de simulation ou en pratique clinique sur patient consentant.

A notre connaissance, il s'agit de la première échelle d'évaluation des performances en fibroscopie bronchique développée par un groupe de consensus international, qui évalue de façon complète la procédure, détaillant notamment l'ensemble des techniques de prélèvements endobronchiques et évaluant également la gestion des complications les plus communes.

Malgré l'utilisation des référentiels communément admis pour l'élaboration des items de la première pré-échelle, notre étude a montré qu'un consensus d'experts et la mise à l'épreuve de l'échelle par un processus de réponse sont indispensables pour apporter les subtilités de « l'expérience » nécessaires pour aboutir à une échelle d'évaluation définitive, plus objective et pratique. A notre connaissance, il n'y a pas de gold standard qui liste l'ensemble des performances requises en fibroscopie bronchique. Grâce au consensus d'experts de différentes origines, les items ont pu être homogénéisés pour refléter les différentes pratiques admises. Cette méthode permet ainsi de conférer à notre échelle d'évaluation la validité de son contenu, c'est-à-dire une mesure d'exhaustivité des items, couvrant tous les domaines importants pour une fibroscopie bronchique et conférant ainsi à l'échelle son universalité.

   b. Programme de simulation

Le processus de réponse a nécessité une mise en application pratique de l'échelle en évaluant des sujets réalisant des fibroscopies. Cela nous a amené à développer un programme de simulation en

fibroscopie bronchique avec la réalisation réelle des différentes techniques de prélèvements endobronchiques et la gestion des complications les plus communes. Nous avons ainsi développé un modèle dynamique et immersif à partir de corps humain avec implantation d'une lésion tumorale dans les bronches, ou en bénéficiant des anomalies fortuites existant naturellement dans le corps, avec la reproduction d'un saignement endobronchique par la perfusion transthoracique d'un liquide rouge et l'imitation d'une désaturation au moyen d'un scope de simulation.

Le recours à la simulation permet effectivement de réaliser dans des conditions standardisées l'examen endobronchique et les prélèvements, sans risque pour le patient. Cela permet également un entraînement sur des situations rares dans la pratique clinique, afin que les médecins soient familiers avec leur prise en charge lorsqu'ils y sont confrontés. Une étude pilote a permis de tester notre modèle par les pneumologues du service, qui ont tous exprimé leur satisfaction de l'expérience et de son réalisme. Une amélioration de ce scénario permettra de l'utiliser dans le cadre d'un programme de formation pour les internes.

2. Limites de l'étude

   a. Elaboration de la pré-échelle

      i. Biais

Le nombre d'experts participant au groupe nominal était de 13 au premier tour, 12 au deuxième et 11 au troisième, ce qui était largement supérieur au minimum recommandé dans la méthode du groupe nominal (entre 5 et 10) (34). Tous étaient des experts en pneumologie interventionnelle avec un intérêt pour la formation à l'endoscopie bronchique et étaient donc considérés comme ayant une expérience équivalente.

Cependant, il existe un biais d'inclusion d'une part du fait de l'absence d'expert originaire d'Asie ou d'Afrique par manque d'identification de candidat et d'autre part du fait d'une surreprésentation d'experts français (3 experts) dans notre étude comparativement à leur implication à l'échelle mondiale. Cela était dû à l'origine française de l'étude et la meilleure connaissance des experts locaux. Ceci a pu donner plus de poids à l'intégration des habitudes de pratiques françaises dans les items de l'échelle d'évaluation.

Il a également pu exister un biais de classement du fait que les pratiques peuvent varier selon les habitudes locales pour la réalisation de certaines techniques de prélèvements ou la conviction de certains experts de l'absence d'intérêt de certaines techniques de prélèvements (notamment la ponction-biopsie transbronchique à l'aiguille et la biopsie pulmonaire transbronchique), leur préférant

d'autres méthodes. Ceci a conduit à l'évaluation péjorative de l'item, indépendamment de la question posée.

De plus, certains items ont reçu une mauvaise notation sans justification de la part des experts, posant des difficultés d'interprétation des résultats et pouvant occasionner un biais de confusion.

ii. Perdus de vue

Deux experts n'ont répondu qu'au premier tour et un autre expert n'a pas répondu au troisième tour. De fait, nous n'avons pu obtenir leur avis sur les items reformulés, en particulier lorsque l'évaluation initiale de l'item était péjorative, avec également un potentiel biais de confusion. Enfin, un expert n'avait pas répondu lors du premier tour d'évaluation mais ses réponses ont été prises en compte pour les deux suivants.

iii. Difficultés pour la reformulation d'items

Du fait de la variabilité des pratiques de la fibroscopie bronchique selon les pays ou les habitudes locales, il a fallu trouver une formulation consensuelle incluant toutes les variantes possibles. Cela a pu aboutir au rallongement de certains items ou à l'omission de certains détails de variantes de la technique pour limiter des textes trop longs.

Le choix du nombre arbitraire de 5 biopsies à réaliser a été à plusieurs repries questionné par les experts. Le nombre de biopsies recommandé varie selon les sociétés savantes et le prélèvement en cause. Par exemple, pour une biopsie bronchique, au moins 3 sont recommandées par l'Am. Coll. of Chest Physicians alors qu'au moins 5 le sont par la BTS et entre 4 et 5 par la SPLF. Le nombre de 5 a été retenu ici, garantissant la meilleure rentabilité anatomopathologique (35). Il est communément admis qu'un maximum de biopsies doivent être réalisées en s'adaptant à la tolérance du patient pendant l'examen. En cas de saignement ou de mauvaise tolérance respiratoire, un seul prélèvement de bonne qualité peut être acceptable.

A noter que certains items n'ayant pas fait l'objet de reformulation, ont été mieux ou moins bien scorés lors des deuxième et troisième tours, sans justification par les experts.

Enfin, certaines suggestions d'items à ajouter par des experts n'ont pas été retenues : gérer les drogues pour la sédation, le nettoyage de l'endoscope, l'extraction de corps étranger, l'utilisation de l'écho-endoscopie. Il a été décidé de ne pas les inclure afin de ne pas trop alourdir l'échelle sachant que l'objectif était de focaliser l'échelle sur la pratique des techniques de base assurées par tout pneumologue. En effet, les deux premières suggestions ne relèvent pas du rôle du pneumologue (nettoyage par un personnel dédié, sédation souvent réalisée par l'anesthésiste) et les deux autres

requièrent des compétences spécifiques que ne possède pas tout pneumologue. En revanche, l'écho-endoscopie étant une pratique à part entière, il pourrait être intéressant d'en développer une échelle d'évaluation dédiée.

b. Processus de réponse et séance de simulation

i. Biais

Les deux évaluateurs n'étaient pas en aveugle lors de l'évaluation de leurs collègues en fibroscopie, pouvant induire un biais de classement. Bien qu'il n'y avait pas de lien hiérarchique avec eux - sauf pour l'un mais sans qu'il n'y ait d'impact - leur jugement a pu être biaisé du fait qu'ils connaissaient le niveau d'expérience de leurs collègues opérateurs. Cela pouvait induire chez l'examinateur une fausse confiance quant à la bonne exécution des gestes techniques et ainsi entraîner une surévaluation de leur performance. Un moyen d'assurer l'aveugle aurait été de placer les évaluateurs dans une autre pièce pour visionner une vidéo de la fibroscopie. Cependant, cette méthode n'aurait pas permis l'évaluation des items concernant les actions extra-bronchiques comme interagir avec le patient et l'aide-opératoire, manipuler le fibroscope et les instruments…

De plus, l'un des deux évaluateurs manquait peut-être un peu d'expérience sur certaines techniques de prélèvements, et a donc pu mal interpréter leur réalisation par l'opérateur, induisant un biais de classement supplémentaire.

Par ailleurs, les items de l'échelle ont été évalués sur 8 personnes réalisant des fibroscopies, soit un nombre compris entre 5 et 10 comme recommandé. Cependant, certains items de l'échelle n'ont fait l'objet que de 2 ou 3 évaluations (biopsies pulmonaires trans-bronchiques, ponctions-biopsies transbronchiques à l'aiguille et brossage bronchique) conférant donc un manque de puissance. Enfin, les items relatifs à la réalisation d'une fibroscopie sur patient sous sédation ou anesthésie générale n'ont pas été évalués car nécessitaient un scénario de simulation différent.

ii. Discordances d'évaluations

De nombreux items ont été scorés de façon discordante entre les deux évaluateurs. Les raisons de ces discordances ont été évoquées avec eux, permettant d'en identifier plusieurs raisons. Tout d'abord, certains items regroupaient plusieurs notions à vérifier dont l'une a pu être oubliée par l'un des évaluateurs ou considérée comme non-essentielle parce que :

- soit non-réalisée par le médecin en situation clinique réelle comme la vérification de l'identité du patient ou son consentement (dont le rôle revient à l'infirmière)
- soit relevant simplement d'une habitude sans preuve de son importance comme dire au patient d'avaler le produit anesthésiant, ou injecter du gel de Lidocaïne dans le nez du patient, l'essentiel étant d'assurer que le fibroscope soit lubrifié.

Ces items ont donc été révisés avec le retrait des notions non-indispensables. Il serait également possible de diviser en plusieurs items : ceux dont le contenu regroupe plusieurs notions afin de les simplifier, mais au prix de rallonger l'échelle d'évaluation de façon conséquente et cette option n'a donc pas été retenue.

Deuxièmement, d'autres items manquaient d'objectivité et étaient sujet à interprétation. Il s'agissait des items relatifs à la description des anomalies endobronchiques et la prise en charge des complications. Une solution serait de réaliser une fibroscopie préalable à l'évaluation, en présence des deux évaluateurs, afin qu'ils puissent identifier les lésions et convenir ensemble de leur description adéquate. De la même manière, il faudrait clairement préciser en amont, en concertation avec les évaluateurs, quelles actions sont attendues en fonction de l'importance de la dégradation respiratoire prévue dans le scénario. Cependant, une part d'appréciation individuelle de la technique à réaliser pour les saignements endobronchiques reste inévitable, sauf en cas de saignement majeur qui nécessite le recourt immédiat à la sonde de Forgaty.

Enfin, il y a eu beaucoup de discordances concernant les items traitant l'anatomie des bronches et repérage de l'endroit où effectuer le prélèvement, malgré leur définition très objective. Cela est principalement dû au fait qu'il est plus difficile pour un observateur de suivre le trajet du fibroscope et rester orienté alors qu'il ne contrôle pas les mouvements. Il est effectivement plus facile de se repérer dans les bronches lorsqu'on a la main sur le fibroscope et qu'on arrive à sentir dans quel sens il s'oriente. Ces items n'ont pas été reformulés mais un moyen de remédier au problème pourrait être d'enregistrer la vidéo de la vue endobronchique et laisser les évaluateurs la revisionner à un rythme plus lent.

iii. Difficultés en rapport avec le modèle de simulation

Le recours au corps humains comme modèle pour la simulation a le mérite d'être au plus près de la réalité, mais pose quelques difficultés également lorsqu'on est en effet soumis aux aléas de variabilités anatomiques existantes. Cela peut être bénéfique lorsque par chance il existe une lésion endobronchique d'allure tumorale qui pourra faire l'objet de prélèvements biopsiques, mais peut également être limitant lorsqu'il existe une bronche surnuméraire ou manquante pouvant induire en erreur l'opérateur non-averti.

D'autre part, les muqueuses ischémiées exsudent de grandes quantités de liquide provoquant l'inondation répétée de l'arbre bronchique et nécessitant régulièrement d'aspirer avant de pouvoir progresser avec le fibroscope. De plus, du fait de la perte du tonus musculaire sur cadavre, la filière glottique s'affaisse avec bascule de la langue et de l'épiglotte obstruant les cordes vocales, et certaines

parois bronchiques deviennent plus malaciques entraînant un collapsus rendant également le passage avec le fibroscope et l'orientation difficiles. Cette dernière problématique peut partiellement être résolue en appliquant au travers du canal opérateur du fibroscope une pression positive continue à l'aide d'un compresseur, permettant de rouvrir les bronches, et au moyen d'un laryngoscope, de dégager le larynx.

Enfin, au fil du temps, avec le corps exposé à température ambiante, le passage répété du fibroscope contre les muqueuses et la dépression provoquée par l'aspiration, les muqueuses bronchiques s'altèrent et perdent leur aspect d'origine, rendant plus difficile l'identification d'éventuelles anomalies bronchiques.

Ces éléments ont également contribué à certaines discordances dans les évaluations des items de l'échelle. Un moyen de le prévenir serait de réaliser une fibroscopie préliminaire sur le corps avec les deux évaluateurs afin qu'ils localisent et établissent ensemble la description adéquate pour les lésions endobronchiques, le site pour réaliser les prélèvements, admettre ce qui seraient des sécrétions normales ou parasites liées à l'état du corps, etc.

Par ailleurs, la simulation sur un corps reste artificielle et certaines subtilités ne peuvent être reproduites comme la toux et les mouvements respiratoires qui rappellent à l'opérateur de guider le patient pour respirer, de réappliquer de l'anesthésie dans les bronches. Ces éléments-là constituent également des points de discorde entre les évaluateurs qui n'avaient donc pas les mêmes attentes que sur un patient vivant. De même, en fin d'examen, il est plus difficile de juger de l'état de santé du patient imaginé pour le scénario et ainsi établir la conduite à tenir appropriée post-fibroscopie. Approfondir cette partie-là du scénario, en précisant notamment l'évolution de l'état du patient, ainsi que s'assurer que les évaluateurs s'accordent sur la réponse adéquate attendue permettrait moins de discordance.

3. Utilisation de l'échelle

   a. Perspectives futures

Il conviendra de renouveler un processus de réponse avec un nouveau scénario de simulation pour les items qui n'ont pu être évalués de façon satisfaisante et vérifier, après ajustement des points ayant posé problème dans notre étude, la concordance des scores des deux évaluateurs pour ainsi aboutir à la version définitive de l'échelle.

L'objectif sera ensuite d'évaluer une cohorte d'une trentaine d'apprenants ayant un niveau variable de maîtrise de la fibroscopie bronchique (de novice jusqu'à expérimenté), au cours d'un programme de formation par la simulation. Chaque item aura une notation en trois classes : 0 (non fait), 0,5 (fait partiellement ou nécessitait l'aide de l'évaluateur), 1 = (correctement en toute autonomie), avec

mention N/A (non applicable), comme précédemment. Cela permettra également d'accomplir les étapes 3, 4 et 5 de Downing(32) pour vérifier la validité de l'échelle à l'aide de tests psychométriques : calcul de la cohérence interne par le coefficient alpha de Cronbach, de la reproductibilité inter-observateur par le coefficient de corrélation intra-classe et vérification de la fiabilité de l'échelle à discriminer entre deux sujets ayant des niveaux de maîtrise différents.

b. Développement d'un programme de formation des internes

La perspective sera ensuite de pouvoir mettre en application cette échelle pour favoriser l'apprentissage de la fibroscopie bronchique au cours d'un programme de formation par la simulation destiné aux internes. Au cours de ce programme, les connaissances théoriques relatives à la pratique de la fibroscopie bronchique et l'anatomie bronchique leur seront exposées dans un premier temps. Puis dans un second temps ils apprendront à manier le fibroscope, examiner les bronches et effectuer les prélèvements, avec la possibilité de répéter l'entraînement autant qu'ils le jugent nécessaire pour se sentir à l'aise. Puisque le temps de formation et le nombre de répétitions nécessaire pour maîtriser ce geste technique est variable d'une personne à l'autre(36), leur progression pourra être documentée en retraçant leur score de performance sur une courbe ROC d'apprentissage(37). Enfin, une séance de débriefing sera prévue à la fin pour faire la synthèse de la formation et souligner les zones de faiblesse qui pourraient persister.

c. Critères attestant la réussite d'une fibroscopie

Au terme du programme de formation, l'acquisition des compétences par les apprenants pourra être validée en ayant recours à cette échelle d'évaluation dans toute situation où peut être réalisée une fibroscopie bronchique (en simulation, en simulation virtuelle ou en pratique clinique). Se pose alors la question des critères à retenir pour déterminer si fibroscopie bronchique est réussie. Ces critères doivent permettre de discriminer entre un opérateur expérimenté qui réussirait le test, et un novice qui échouerait(38). Plusieurs méthodes sont possibles(39) :

- Déterminer un score arbitraire à partir de l'avis d'un groupe d'experts sur le seuil jugé acceptable au-delà duquel la fibroscopie est considérée comme réussie
- Déterminer la moyenne des scores d'un groupe d'individus évalués par plusieurs évaluateurs et la retenir comme seuil
- La méthode d'Angoff qui consiste à ce qu'un groupe d'experts estime le pourcentage de réussite requis pour chaque item puis à s'assurer que la variance de ces valeurs pour chaque item soit < 30%, le seuil étant ensuite déterminé en calculant la moyenne des pourcentages pour chaque item

- L'utilisation de critères de réussite préalablement déterminés par un groupe d'experts qui lorsque remplis attestent la réussite, par exemple : « obtention de 5 biopsies de taille satisfaisante » ou « parvient à contrôler le saignement ».

Dans le cas de la fibroscopie bronchique, on pourrait imaginer une méthode mixte avec un score seuil à atteindre par l'apprenant et en y associant l'accomplissement d'items jugés comme indispensables et qui si non-réalisés définissent l'échec de la procédure.

La notion de rapidité dans la réalisation de la fibroscopie constitue également un pré-requis, car la durée de l'examen retentit sur le confort du patient et le risque de survenue de complications. Cependant, il n'y a pas de durée optimale clairement établie pour réaliser une fibroscopie bronchique. Certains ont pu proposer de ramener le score de l'opérateur sur le temps total de l'examen(40), (30). La durée totale de l'examen varie en fonction de la nature et du nombre des prélèvements à réaliser lors de l'examen (une fibroscopie avec simples biopsies d'éperons sera plus rapide que s'il est nécessaire de réaliser un lavage bronchiolo-alvéolaire et des biopsies sur une lésion difficile d'accès). Des facteurs extérieurs, propres au patient et donc incontrôlables, influent également sur les conditions dans lesquelles les prélèvements sont réalisés. Par exemple, réaspirer un lavage bronchiolo-alvéolaire peut être aisé chez certains, mais chez d'autres les bronches peuvent se collaber créant une résistance au retour. De même, la tolérance respiratoire du patient avec une toux ou un saignement peut gêner la réalisation des biopsies, ou la survenue d'une complication prolonger l'intervention.

Il serait néanmoins envisageable de chronométrer les apprenants lors de la réalisation de l'exploration bronchique initiale et comparer leur temps au temps moyen réalisé par un opérateur expérimenté pour intégrer ce critère dans l'échelle d'évaluation.

CONCLUSION

Jusqu'à récemment, les performances des internes, notamment pour réaliser une fibroscopie bronchique, étaient évaluées subjectivement par les coordonnateurs de formation, se basant sur le nombre d'examens accomplis pendant leurs stages et en les observant en réaliser sur des patients(41). Motivé par la demande croissante d'une mesure objectivable de la sécurité des patients et des compétences cliniques des médecins, le recours à la simulation pour la formation des internes se développe et est même encouragé(42), (43). En effet, l'entraînement par la simulation suit un programme défini, avec une évaluation objective et un retour d'expérience permettant d'identifier les lacunes et d'apprendre des erreurs(26), (27). Il a été démontré que les compétences acquises par cette méthode s'appliquent facilement au lit du patient et que les médecins ainsi formés ont une meilleure pratique clinique(44), (45).

Nous avons mis au point une nouvelle échelle d'évaluation des performances en fibroscopie bronchique, en recourant à la méthode du groupe nominal. Des experts internationaux en pneumologie interventionnelle ont été identifiés puis contactés pour leur proposer de participer à l'évaluation des items devant intégrer l'échelle et d'émettre des suggestions. Leurs réponses à 3 tours de table ont été colligées puis l'échelle ainsi obtenue a été testée sur 8 pneumologues pratiquant une fibroscopie. L'importance de cette échelle réside dans son utilisation permettant une évaluation complète du déroulement d'une fibroscopie bronchique, de la réalisation des prélèvements et de la gestion des complications. Elle peut également servir comme outil pédagogique pour les médecins en formation et permettre une exécution standardisée de cet examen.

La majorité des simulateurs existants reposent soit sur des simulateurs de basse fidélité avec des applications limitées, soit sur des simulateurs de haute fidélité utilisant la réalité virtuelle. Ces derniers permettent une répétition illimitée des procédures et notamment la réalisation de prélèvements, dans de nombreux scénarios différents, et sont immédiatement accessibles. Bien que la reproduction de l'anatomie bronchique soit très réaliste, la simulation de la navigation endobronchique et de la réalisation de prélèvements l'est moins(46). En effet, il n'existe pas de retour de pression ou de force par exemple en cas de contact avec la paroi bronchique, ou de résistance lors de la réalisation de biopsies, et l'évaluation de la qualité des prélèvements est difficile. Le modèle de simulation développé dans notre étude avec recours à un corps humain permet de remédier à ces limitations puisque de vrais prélèvements peuvent être réalisés au travers d'un véritable fibroscope.

Enfin, ce modèle de simulation pourrait être élargi aux autres spécialités réalisant des endoscopies et notamment la gastro-entérologie, d'autant qu'une partie du matériel est commun, permettant de réduire les coûts d'investissement.

ANNEXES

Annexe 1 : E-mail envoyé aux experts

Dear colleague,

You have been chosen as an 'expert' - as one of 30 European, UK, US, Canadian, Australian and Argentinian MDs - and we would like to invite you to participate in a Nominal Group Technique aiming to develop a scale for the assessment of flexible bronchoscopy performance in medical residents.

As you know, acquiring specific skills in flexible bronchoscopy is an essential part in the training of pulmonary residents along with other medical specialties including thoracic surgery and critical care medicine.

Currently, in France notably and other places, determining trainee competency in performing flexible bronchoscopy procedures is entrusted to the fellowship program director and relies on having performed a certain number of procedures with a mentor, but without any formal and objective assessment. This entails some drawbacks such as disparity in learning, subjective evaluation of the trainee and potential risks for patients.

Existing tools for the assessment of competency in bronchoscopy include the Bronchoscopy Skills and Tasks Assessment Tool (BSTAT) and the Bronchoscopy Step by Step Evaluation Tool (BSET), *Davoudi et al. 2008*, A bronchoscopy assessment tool in clinical setting, *Konge et al 2011*, and the Ontario Bronchoscopy Assessment Tool (OBAT), *Voduc et al 2016*.

However these all have limitations: either not having been validated in real-life clinical settings, not being designed to follow the trainee's skill development by repeated application, focused on the technical aspects of bronchoscope manipulation and lacked assessment of different sampling methods, lacked clinical aspects such as patient monitoring, pre- and post-procedure management and dealing with complications, or were limited by the study sample size, lack of interrater reliability or construct validity.

Therefore, our objective is to develop a flexible bronchoscopy assessment tool with international consensus which could be applied for standardized evaluation of medical residents for the certification of their skills in bronchoscopy and management of clinical aspects of the procedure and potential complications.

This tool will be validated for use first during simulation training where trainees can practice in a secure environment with repeated assessments documenting growing competence and then in real life conditions during a procedure on a patient thereby respecting the ethical principal of "never the first time on a patient".

If you agree to participate, we would ask you to:

1. Give us your written agreement on this project. Your participation in the Nominal Group Technique should not be in conflict or competition with any other similar research of yours.
2. Participate in three rounds of an online survey over the next 6 weeks (time commitment: 15-20 minutes per round) where we will ask you to rate each item of our suggested bronchoscopy performance assessment scale (see other attached document) from 1 to 6 based on how

important or how much you agree with it (1 : no importance for this point, should be removed - 6 : item of major importance)

3. Wording to the items may be changed, items combined, or new items integrated if you think it necessary.
4. For your contributions to this project, when the manuscript is published you will be listed as a member of the 'Flexible Bronchoscopy Study Group'.

Please send us your reply with your rating of the bronchoscopy as soon as possible if you are keen on being part of this study group. Please address your responses to damien.a.c.nowak@gmail.com and Vanessa.BIRONNEAU@chu-poitiers.fr

Best wishes

Damien NOWAK, pulmonary resident and Vanessa BIRONNEAU, MD, PhD
Pulmonary Medicine Department, University Hospital of Poitiers, France

Annexe 2 : 2nd e-mail envoyé aux experts

Dear colleagues,

We would like to thank you all for having taken the time to rate our initial version of the bronchoscopy performance assessment scale and for your suggestions to improve it. Your comments have been of great help and we have done our best to include them.

Please find attached to this email the second version of our assessment scale. Could you please also rate each item like for the first time (from 1 : no importance for this point, should be removed to 6 : item of major importance, must be kept as it is) and return it to us as soon as possible?

Concerning a few points in the scale:

- We have taken into consideration the fact that a bronchoscopy may be performed on a vigilant or sedated patient and have adapted the items accordingly.

- We have noticed for some points that practices may vary according to centers or countries. Notably for transbronchial lung biopsies (TBLB), different techniques are possible according to the literature (and may or not include the use of fluoroscopy). We have tried our best to remain inclusive of all these techniques without making that part too complex. Please feel free to make suggestions on how you think it could be improved.

- Concerning transbronchial needle aspiration (TBNA), we agree that the best technique is by EBUS which is both safer and guarantees better sensitivity for the samples. However not all centers are equipped with EBUS (notably in smaller hospitals) or in some situations the size of the EBUS bronchoscope can cause limitations such as intubated patients in ICU (with proximal masses that do not invade the trachea). In these cases we think it still important for all respiratory physicians to know this technique as it may help in some diagnosis.
Moreover, different techniques to introduce the needle through the bronchial wall are possible. We thought describing each one in detail would make that part too long, but your suggestions would also be appreciated.

- Several people have questioned the number of biopsies (5) we suggested as necessary. This was based on the ATS, BTS and SPLF recommendations as an ideal number to optimize chances for a positive result. However, we agree that according to the situation and patient tolerance it is not always possible.

- Assessing the severity of endobronchial bleeding is difficult to objectify but it is still important for a young physician to be able to tell if it is severe or not.

Once again thank you for your time, we really appreciate your help so far and we are looking forward to hearing from you again.

Best regards
Damien NOWAK, pulmonary resident and Vanessa BIRONNEAU, MD, PhD
Pulmonary Medicine Department, University Hospital of Poitiers, France

Annexe 3 : 3ème e-mail envoyé aux experts

Dear colleagues,

Thank you very much for having taken the time to rate the second version of the bronchoscopy performance assessment scale and for your comments. Your help has been of great value to develop this scale, that we hope will be of use to train future residents in bronchoscopy.

Attached to this email is the final version of the scale. We would be very grateful if you could rate it one last time. We have highlighted the items we have modified since the previous version and we only need your scoring of those ones (from 1 : no importance for this point, should be removed to 6 : item of major importance, must be kept as it is). Could you please then return the document to us as soon as possible? And once again, all comments and suggestions are most welcome.

Reaching a general consensus is not easy. There are different habits for certain aspects of practising a flexible bronchoscopy, which vary according to the country or hospital centre, none of which is the right or wrong way. We have tried our best to integrate all your recommendations and make the items the most exhaustive as possible.

Notably, according to centres, TBNA is regarded as either an additional tool for the diagnosis of certain pathologies (sub-carinal adenomegalies, mediastinal latero-tracheal or latero-bronchial tumours...) in situations where EBUS is not easily available, or as a technique that should totally be replaced by EBUS-TBNA. We agree with the general consensus that EBUS-TBNA guarantees a safer and more efficient way for sampling and is the only way for lymph node staging. However many experts still think it important for respiratory physicians to know this technique which is still widely used being sufficient for the reasons above.

Similarly, TBLB isn't performed everywhere, certain centres preferring trans-thoracic CT-guided biopsies or surgical biopsies, but this practice remains described in the ATS, BTS and SPLF guidelines. Different ways of performing TBLB are described and vary according to centre habits. We have tried our best to include them all.

Concerning the bronchoalveolar lavage, we have suggested retrieving a minimal total volume of at least 30% of the instilled volume, which is based on the ATS recommendations. We acknowledge it is preferable to retrieve as much volume as possible of the total instilled volume but it isn't always possible to reach 30% due to individual patient variables.

Concerning the number of biopsy samples, we have suggested a number of at least 5. The BTS suggests 5 to 6 whereas the SPLF suggests 4 to 5 as a minimal ideal number of repetitions to maximise yield.

Based on the suggestion of one expert, we have also added a section about endobronchial brush.

Once again, we are really thankful for your help and we are looking forward to hearing back from you soon.

Best wishes

Damien NOWAK, pulmonary resident and Vanessa BIRONNEAU, MD, PhD
Pulmonary Medicine Department, University Hospital of Poitiers, France

Annexe 4 : Liste des experts ayant participé au Groupe Nominal

Pr Henry Colt, University of California (Etats-Unis)

Pr Sébastien Couraud, Hospices Civils de Lyon - Université Claude Bernard Lyon 1 (France)

Dr Ingrid Durand, Wye Valley NHS Trust (Royaume-Uni)

Pr Stefano Gasparini, Università Politecnica delle Marche (Italie)

Pr Felix Herth, Universität Heidelberg (Allemagne)

Pr Jack Kastelik, Hull York Medical School, (Royaume-Uni)

Pr Lars Konge, University of Copenhagen (Danemark)

Dr Carla Lamb, Lahey Hospital & Medical Center (Etats-Unis)

Dr Paul MacEachern, University of Calgary (Canada)

Pr Charles Hugo Marquette, CHU de Nice – Université Côté d'Azur (France)

Pr Silvia Quadrelli, Universidad de *Buenos Aires* (Argentine)

Pr Pallav Shah, Imperial College London (Royaume-Uni)

Pr Jean-Michel Vergnon, CHU et Université de Saint Etienne (France)

Pr Momen Wahidi, Duke University (Etats-Unis)

Annexe 5 : Pré-échelle V1 et ses modifications

	Item reformulé
	Item laissé tel quel
	Item ajouté
	Item supprimé sur la version suivante

I. Before procedure	Médiane
A. Verifies the indication of bronchoscopy before starting	**6**
B. Verifies the absence of contraindications	
1. Interviews the patient (makes sure he has understood the procedure, is fasting, doesn't take any anticoagulant or has stopped them, is in a satisfactory respiratory a state to withstand procedure)	**6**
2. Checks the medical file data (verifies there is no anticoagulant treatment or bleeding disorder, that the patient doesn't have a serious heart or respiratory condition that may be aggravated by the procedure)	**6**
3. Checks the biology report (platelet level and coagulation parameters are satisfactory)	**5**

II. During the procedure	
A. Performs an efficient local anaesthesia of the upper airways	
1. Sprays Lidocain in the nostrils and throat twice at 5 min interval, tells patient to sniff and swallow	**4**
2. Puts Lidocain gel in the nostrils and tells patient to sniff and swallow	**3**
B. Mastering bronchoscopy techniques	
1. Holds the bronchoscope in an appropriate way : dominant hand on joystick, other hand on the tube close to patient's face	**5**
2. Passes the different anatomical obstacles of the upper airways (nasal passage, pharynx, vocal cords)	**6**
3. Performs a "spray-as-you-go" delivery of topical anaesthesia applied via the bronchoscope to the larynx (on vocal cords) and lower airways (in the trachea, on the carina and in both upper lobe bronchi)	**6**
4 Manoeuvres and stays oriented in the bronchial tree	**6**
5. Maintains good visualization of the bronchial lumen : spends limited time in red-out (less than 15% of total procedure time), image is centred, without secretions blocking view and limits contact with the bronchial wall	**5**
6. Limits trauma to the bronchial mucosa (little or no petechia)	**6**
7. Performs a systematic inspection of the bronchial tree in an orderly manner (starting from the top of one lung and going down, then same on the other side, doesn't miss any segments)	**6**
C. Correctly identifies the different sections of the airway anatomy	
1. The trachea	**6**
2. The carina	**6**
3. The left and right mainstem bronchi	**6**
4. The right upper lobe bronchus and its segmental divisions	**6**
5. The culmen and its segmental divisions	**6**
6. The lingula and its segmental divisions	**6**
7. The bronchus intermedius	**6**
8. The middle lobe bronchus and its segmental divisions	**6**

9. The right lower lobe bronchus and its segmental divisions	**6**
11. The left lower lobe bronchus and its segmental divisions	**6**
D. Performing a BAL (bronchoalveolar lavage)	
1. Appropriately locates the site for BAL : finds the bronchus corresponding with the area with abnormality on the CT-scan	**6**
2. Wedges the bronchoscope in to a position that occludes the lumen of the bronchus and keeps it in place, remaining orientated towards the bronchial lumen	**6**
3. Slowly injects isotonic saline into the segment then applies low-pressure suction to retrieve the sample without causing airway collapse, recovering at least 30% of total instilled volume	**6**
E. Endobronchial lesion	
1. Visualizes it	**6**
2. Localizes it in the bronchial tree : names the corresponding segmental division	**6**
F. Takes centred and clear photos of any visualized lesion	**6**
G. Performing a bronchial biopsy	
1. Advances the forceps in the closed position through the working channel until visualised at the distal end of the bronchoscope	**6**
2. Directs the forceps in the open position towards the site of interest for biopsy while avoiding necrotic or hypervascularized zone	**6**
3. Once the target reached, closes the forceps trapping as much tissue as possible then retracts forceps and removes it from the working channel	**6**
4. Repeats procedure at least 5 times producing decent size samples	**5**
H. Performing a transbronchial biopsy	
1. Advances bronchoscope as far as possible into the area of the lung to be biopsied, corresponding with the area of interest on the CT-scan	**5**
2. Inserts forceps into the working channel and advanced as far as possible until patient signals parietal pain, then retracts it by 1 cm	**2**
3. Instructs the patient to take a slow deep breath, then opens forceps, instruct the patient to breathe out slowly, then whilst the patient is breathing out the forceps are advanced then closed and retrieved	**3**
4. Repeats procedure at least 5 times producing decent size samples	**4**
I. Performing a transcarinal needle aspiration	
1. Advances needle sheath through the working channel until it protrudes by approximately 5 mm from the distal end	**5**
2. Positions bronchoscope over the target site so that the tip of the needle sheath lies against the airway wall	**3**
3. Asks the assistant to advance the needle enabling it to pass through the airway wall, then advances the sheath while carefully withdrawing the bronchoscope so that more of the needle sheath is visible	**3**
4. Asks that suction be applied to the needle, then begins cycles of to-and-fro motion through the target, taking care not to withdraw the needle completely from the airway wall	**4**
5. Once a satisfactory specimen obtained, asks assistant to withdraw the needle, then withdraws the needle sheath from the working channel	**4**
6. Repeats procedure at least 5 times producing decent quality samples	**3**
J. Haemoptysis during a bronchoscopy procedure	

1. Assesses the severity of the bleeding (its abundance, if flow is continuous, if overflowing into another bronchi, if pulsatile…)	**6**
2. Protects the rest of the airways from being flooded by aspirating blood	**6**
3. Uses the appropriate technique and at the right moment to control the bleeding (i.e. : let it clot without suction of the clot for spontaneous resolution if minor bleeding, use cold isotonic saline if moderate bleeding, use adrenalin if major bleeding, apply pressure with balloon catheter if out of control/rapidly expanding bleeding…)	**6**
K. Interacting with the patient	
1. Remains attentive to the patient's tolerance and vital parameters during the procedure	**6**
2. Communicates with the patient during the procedure, reassures him and explains how to ease breathing, control coughing	**6**
3. Identifies the moment to begin/adapt oxygenotherapy (when SpO2 < 92%), stop the procedure due to bad patient tolerance (e.g. : panic, desaturation or dyspnea despite oxygen)	**6**
L. Communicating with the team	
1. Expresses clear requests to the assistant (e.g. asks to be passed instrument, "open"-"close" forceps, initiate patient treatment…)	**6**
2. Stays attentive to the assistant's input and acts accordingly	**6**

III. After the procedure	
A. Writes a complete and accurate report of the procedure (description of any abnormality visualized, type of sampling performed, potential complications)	**6**
B. Draws a case for action concerning the care of the patient	
1. In case of respiratory distress, haemoptysis or other complication during the procedure	**6**
2. Next steps for exploration/treatment of a tumour, infection or other motive for which the bronchoscopy was required	**5**
C. Informs patient of post-procedure safety measures (2h fasting, case for action in case of haemoptysis or dyspnea, possibility of fever in case of BAL)	**6**

Annexe 6 : Pré-échelle V2 et ses modifications

Item reformulé
Item laissé tel quel
Item ajouté
Item supprimé sur la version suivante

I. Before procedure	Médiane
A. Verifies the indication for the bronchoscopy, reviews the patient's CT-scan and medical history	**6**
B. Verifies the absence of contraindications	
1. Interviews the patient: confirms the patient's identity, makes sure he has understood and accepts the procedure (written consent signed), is fasting, doesn't take any anticoagulant or has stopped them, is in a satisfactory respiratory a state to withstand the procedure	**6**
2. Checks the medical file data: verifies there is no anticoagulant treatment or bleeding disorder, that the patient doesn't have a serious heart or respiratory condition that may be aggravated by the procedure	**6**
3. Checks the biology report when required (platelet level and coagulation parameters are satisfactory)	**5,5**
C. Dresses with appropriate protective gear according to infectious risk (tuberculosis, COVID-19...) with FFP2 /N95 mask, safety goggles or faceshield, gloves, disposable long-sleeved gown and head cover	**6**

II. During the procedure	
A. Performs an efficient local anaesthesia of the upper airways	
Vigilant patient	
1. Sprays Lidocain in the throat twice, tells patient to swallow	**6**
2. If passing through the nose, sprays Lidocain in the nostrils and then puts Lidocain gel in the nostrils and tells patient to sniff and swallow both	**5,5**
Patient under general anaesthesia/sedation	
1'. Verifies level of sedation according to the situation with the anaesthetist or intensive care specialist	**5**
2'. Verifies ventilation parameters with the anaesthetist or intensive care specialist: increased FiO2, reduced tidal volume and positive expiratory pressure	**5,5**
B. Mastering bronchoscopy techniques	
1. Holds the bronchoscope in an appropriate way: one hand on joystick, other hand on the tube close to patient's face	**5,5**
Vigilant patient	
2. Passes the different anatomical obstacles of the upper airways (nasal passage ***or*** mouth, pharynx, vocal cords) ***or*** straight through the tracheostomy according to the case	**6**
3. Performs a "spray-as-you-go" delivery of topical anaesthesia applied via the bronchoscope to the larynx (on vocal cords) and lower airways (in the trachea, on the main carina and on both upper lobe carina)	**6**
Patient under general anaesthesia/sedation	
2'. Passes through the intubation tube ***or*** through the laryngeal mask and vocal cords according to the case	**6**
3'. Performs a "spray-as-you-go" delivery of topical anaesthesia if patient not curarized	**5,5**

4 Manoeuvres in the bronchial tree and maintains good visualization of the bronchial lumen with limited time in red-out, and keeps image centred	**6**
5. Limits contact with the bronchial wall and trauma to the bronchial mucosa	**6**
6. Performs a systematic inspection of the bronchial tree in an orderly manner (starting from the top of one lung and going down, then same on the other side, doesn't miss any segments)	**6**
C. Correctly identifies the different anatomical sections of the airways	
1. The trachea	**6**
2. The carina	**6**
3. The left and right mainstem bronchi	**6**
4. The right upper lobe bronchus and its segmental divisions	**6**
5. The culmen and its segmental divisions	**6**
6. The lingula and its segmental divisions	**6**
7. The bronchus intermedius	**6**
8. The middle lobe bronchus and its segmental divisions	**6**
9. The right lower lobe bronchus and its segmental divisions	**6**
10. The left lower lobe bronchus and its segmental divisions	**6**
D. Recognizing and describing endobronchial abnormalities	
1. Correctly describes endobronchial secretions according to their aspect (clear, white, bloody, with clots, purulent, frothy, sooty)	**6**
2. Recognises a lesion of the bronchial mucosa and describes it appropriately (tumour bud, tumour infiltrated mucosa, necrotic mucosa, hypervascularity, extrinsic compression, bronchial pits, anthracosis, fistula, stenosis)	**6**
3. Situates it in the bronchial tree: names the corresponding bronchus	**6**
E. Takes centred and clear photos of any visualized lesion	**5**
F. Performing a BAL (bronchoalveolar lavage)	
1. Appropriately locates the site for BAL: finds the bronchus corresponding with the area with abnormality on the CT-scan	**6**
2. Wedges the bronchoscope into a position that occludes the lumen of the bronchus and keeps it in place, remaining orientated towards the bronchial lumen	**6**
3. Slowly injects isotonic saline into the segment then applies low-pressure suction to retrieve the sample without causing airway collapse, recovering ideally at least 30% of total instilled volume	**6**
G. Performing a bronchial biopsy	
1. Anticipates a potential risk of bleeding: avoids most vascularized area, considers "preventive" washing with ice water or adrenaline	**5,5**
2. Advances the forceps in the closed position through the working channel until visualised at the distal end of the bronchoscope	**6**
3. Directs the forceps in the open position towards the site of interest for biopsy while avoiding necrotic or hypervascularized zones	**5,5**
4. Once the target reached, closes the forceps trapping as much tissue as possible then retracts forceps and removes it from the working channel	**6**
5. Repeats procedure multiple times (ideally at least 5 times) according to patient tolerance, producing decent quality samples	**6**
H. Performing a transbronchial lung biopsy (TBLB)	
1. Advances bronchoscope as far as possible into the area of the lung to be biopsied, corresponding with the area of interest on the CT-scan	**6**

Vigilant patient	
2. *Depending on the technique preferred locally*: Inserts forceps into the working channel and advances it as far as possible until patient signals parietal pain, ***or*** until resistance is met, ***or*** if fluoroscopy is used until the forceps is within 1cm of the pleural surface ***or*** in the targeted region, then retracts forceps by 2-3 cm ***or*** until pain disappears	**5,5**
3. Instructs the patient to take a deep breath in, then opens forceps, instruct the patient to breathe out slowly, then whilst the patient is breathing out the forceps are advanced by 1cm or until gentle resistance is met, then closed for a moment and gently retracted	**5**
Patient under general anaesthesia/sedation	
2'. *Depending on the technique preferred locally*: Inserts forceps into the working channel and advances it as far as possible until resistance is met, ***or*** if fluoroscopy is used until the forceps is within 1cm of the pleural surface ***or*** in the targeted region, then retracts forceps by 2-3 cm	**5,5**
3'. Opens forceps, advances by 1cm or until gentle resistance is met, closes forceps for a moment and then gently retracts	**5,5**
4. Does not retract forceps if patient experiences pain or significant resistance is felt on the forceps	**5,5**
5. Repeats procedure multiple times according to patient tolerance, producing decent quality samples	**5,5**
I. Performing a transbronchial needle aspiration (TBNA)	
1. Advances needle sheath through the working channel until it is visible beyond the tip of the bronchoscope then asks the assistant to advance the needle and lock it in place	**6**
2. *Depending on the technique preferred locally*, either directly pushes the needle through the airway wall to its fullest extent ***or*** by pushing the bronchoscope, as perpendicular as possible and avoiding cartilage arches	**6**
3. When the needle is inserted, asks that suction be applied, then agitates the needle in a to-and-fro movement through the target, taking care not to withdraw the needle completely from the airway wall	**5,5**
4. Once the sampling complete, asks assistant to release suction, then withdraws the needle from the target, asks assistant to retract the needle into the sheath then withdraws the needle sheath from the working channel	**5**
5. Repeats procedure at least 5 times producing decent quality samples	**5**
6. If aspiration of blood occurs, asks to release suction, retracts the needle and selects a new site	**5**
J. Haemoptysis during a bronchoscopy procedure	
1. Correctly assesses the severity of the bleeding (its abundance, if flow is continuous, if overflowing into another bronchi, if pulsatile…)	**6**
2. Protects the rest of the airways from being flooded by aspirating the blood, repositioning the patient to lie on the bleeding side	**6**
3. Uses the appropriate technique and at the right moment to control the bleeding (i.e.: let it clot without suction of the clot for spontaneous resolution if minor bleeding, use cold isotonic saline if moderate bleeding, use adrenalin/vasopressin/tranexamic acid if major bleeding, apply pressure with balloon catheter if out of control/rapidly expanding bleeding…)	**6**
4. Does not remove bronchoscope until bleeding has completely ceased	**6**
K. Interacting with the patient	
1. When patient vigilant, communicates with the patient during the procedure, reassures him and explains how to ease breathing, control coughing	**6**

2. Remains attentive to the patient's tolerance and vital parameters during the procedure	**6**
3. Identifies the moment to begin/adapt oxygenotherapy (when SpO2 < 92%), stop the procedure due to bad patient tolerance (e.g.: panic, desaturation or dyspnea despite oxygen), antagonize sedation	**6**
L. Communicating with the team	
1. Expresses clear requests to the assistant (e.g., asks to be passed instrument, "open"- "close" forceps, initiate patient treatment…)	**6**
2. Stays attentive to the assistant's input and acts accordingly	**6**

III. After the procedure	
A. Writes a complete and accurate report of the procedure (description and image of any abnormality visualized, defines the extension of lesions and the relation with adjacent carina, type of sampling performed and its location, potential complications)	**6**
B. Draws a case for action concerning the care of the patient	
1. Appropriate monitoring of the patient, identifies criteria for hospitalisation or discharge	**6**
2. Appropriate post procedure care in case of respiratory distress, haemoptysis, pneumothorax or other complication during the procedure	**6**
3. Defines the next steps for additional exploration, or treatment of the patient's condition (depending on the suspected diagnosis: tumour, infection or other motive for which the bronchoscopy was required)	**6**
C. Informs patient of post-procedure safety measures (2h fasting, case for action in case of haemoptysis or dyspnea, possibility of fever in case of BAL, 24h surveillance by carer/relative if sedation used)	**6**

Annexe 7 : Pré-échelle V3 et ses modifications

	Item reformulé
	Item laissé tel quel
	Item ajouté
	Item supprimé sur la version suivante

I. Before procedure	Médiane
A. Verifies the indication for the bronchoscopy, reviews the patient's CT-scan and medical history	**6**
B. Verifies the absence of contraindications	
1. Interviews the patient: confirms the patient's identity, makes sure he has understood and accepts the procedure (written consent signed), is fasting, doesn't take any anticoagulant or has stopped them, is in a satisfactory respiratory a state to withstand the procedure	**6**
2. Checks the medical file data: verifies there is no anticoagulant treatment or bleeding disorder, that the patient doesn't have a serious heart or respiratory condition that may be aggravated by the procedure	**6**
3. Checks the biology report when required (platelet level and coagulation parameters are satisfactory)	**6**
C. Dresses with appropriate protective gear according to infectious risk (tuberculosis, COVID-19...) with FFP2 /N95 mask, safety goggles or faceshield, gloves, disposable long-sleeved gown and head cover	**6**

II. During the procedure	
A. Performs an efficient local anaesthesia of the upper airways	
Vigilant patient	
1. Sprays Lidocain in the throat twice, tells patient to swallow	**6**
2. If passing through the nose, sprays Lidocain in the nostrils and then puts Lidocain gel in the nostrils and tells patient to sniff and swallow both (also lubricates the endoscope with Lidocain gel)	**6**
Patient under general anaesthesia/sedation	
1'. Verifies level of sedation according to the situation with the anaesthetist or intensive care specialist	**6**
2'. Verifies the adjustment of the ventilator settings (with the anaesthetist or intensive care specialist): increase FiO2 and respiratory rate, reduce tidal volume, flow rate and positive expiratory pressure	**6**
B. Mastering bronchoscopy techniques	
1. Holds the bronchoscope in an appropriate way: one hand on handle with thumb on joystick, other hand on the tube close to patient's face	**6**
Vigilant patient	
2. Passes the different anatomical obstacles of the upper airways (nasal passage ***or*** mouth, pharynx, vocal cords) ***or*** straight through the tracheostomy according to the case	**6**
3. Performs a "spray-as-you-go" delivery of topical anaesthesia applied via the bronchoscope to the larynx (on vocal cords) and lower airways (in the trachea, on the main carina and on both upper lobe carina)	**6**
Patient under general anaesthesia/sedation	
2'. Passes through the intubation tube ***or*** through the laryngeal mask and vocal cords according to the case	**6**

3'. Performs a "spray-as-you-go" delivery of topical anaesthesia if patient not curarized	6
4 Manoeuvres in the bronchial tree and maintains good visualization of the bronchial lumen with limited time in red-out, and keeps image centred	6
5. Limits contact with the bronchial wall and trauma to the bronchial mucosa	6
6. Performs a systematic inspection of the bronchial tree in an orderly manner (starting from the top of one lung and going down, then same on the other side, doesn't miss any segments)	6
C. Correctly identifies the different anatomical sections of the airways	
1. The trachea	6
2. The carina	6
3. The right mainstem bronchi	6
4. The right upper lobe bronchus and its segmental divisions (RB1, RB2 and RB3)	6
5. The bronchus intermedius	6
6. The middle lobe bronchus and its segmental divisions (RB4 and RB5)	6
7. The right lower lobe bronchus and its segmental divisions (RB6, RB7, RB8, RB9 and RB11)	6
8. The left mainstem bronchi	6
9. The left upper lobe bronchus and its segmental divisions (LB1+2 and LB3)	6
10. The lingula and its segmental divisions (LB4 and LB5)	6
11. The left lower lobe bronchus and its segmental divisions (LB6, LB8, LB9 and LB11)	6
D. Recognizing and describing endobronchial abnormalities	
1. Correctly assesses the mobility and symmetry of the vocal cords (asks the patient to pronounce a sound)	6
2. Correctly describes endobronchial secretions according to their aspect (clear, white, bloody, with clots, purulent, frothy, sooty)	6
3. Recognises a lesion of the bronchial mucosa and describes it appropriately (tumour bud, tumour infiltrated mucosa, necrotic mucosa, hypervascularity, extrinsic compression, bronchial pits, anthracosis, fistula, stenosis)	6
4. Situates it in the bronchial tree: names the corresponding bronchus	6
E. Takes centred and clear photos of any visualized lesion	5
F. Performing a BAL (bronchoalveolar lavage)	
1. Appropriately locates the site for BAL: finds the bronchus corresponding with the area with abnormality on the CT-scan	6
2. Wedges the bronchoscope into a position that occludes the lumen of the bronchus and keeps it in place, remaining orientated towards the bronchial lumen	6
3. Slowly injects isotonic saline into the segment then applies low-pressure suction to retrieve the sample without causing airway collapse, recovering ideally at least 30% of total instilled volume	6
G. Performing a bronchial biopsy	
1. Advances the forceps in the closed position through the working channel until visualised at the distal end of the bronchoscope	6
2. Directs the forceps in the open position towards the site of interest for biopsy while avoiding necrotic or hypervascularized zones	6
3. Once the target reached, closes the forceps trapping as much tissue as possible then retracts forceps and removes it from the working channel	6
4. Repeats procedure multiple times (ideally at least 5 times) according to patient tolerance, producing decent quality samples	6

H. Performing a transbronchial lung biopsy (TBLB)	
1. Advances bronchoscope as far as possible into the area of the lung to be biopsied, corresponding with the area of interest on the CT-scan	**6**
Vigilant patient	
2. *Depending on the technique preferred locally*: Inserts forceps into the working channel and advances it as far as possible until patient signals parietal pain, ***or*** until resistance is met, ***or*** if fluoroscopy is used until the forceps is within 1cm of the pleural surface ***or*** in the targeted region, then retracts forceps by 1 cm ***or*** until pain disappears	**5,5**
3. Instructs the patient to take a deep breath in, then opens forceps, instruct the patient to breathe out slowly, then whilst the patient is breathing out the forceps are advanced by 1cm or until gentle resistance is met, then closed for a moment and gently retracted	**5**
Patient under general anaesthesia/sedation	
2'. *Depending on the technique preferred locally*: Inserts forceps into the working channel and advances it as far as possible until resistance is met, ***or*** if fluoroscopy is used until the forceps is within 1cm of the pleural surface ***or*** in the targeted region, then retracts forceps by 1 cm	**6**
3'. Opens forceps, advances by 1cm or until gentle resistance is met, closes forceps for a moment and then gently retracts	**6**
4. Does not retract forceps if patient experiences pain or significant resistance is felt on the forceps	**6**
5. Repeats procedure multiple times according to patient tolerance, producing decent quality samples	**6**
I. Performing a transbronchial needle aspiration (TBNA)	
1. Advances needle sheath through the working channel until it is visible beyond the tip of the bronchoscope then asks the assistant to advance the needle and lock it in place	**6**
2. *Depending on the technique preferred locally*, either directly pushes the needle through the airway wall to its fullest extent ***or*** by pushing the bronchoscope, as perpendicular as possible and avoiding cartilage arches	**6**
3. When the needle is inserted, asks that suction be applied, then agitates the needle in a to-and-fro movement through the target, taking care not to withdraw the needle completely from the airway wall	**6**
4. Once the sampling complete, asks assistant to release suction, then withdraws the needle from the target, asks assistant to retract the needle into the sheath then withdraws the needle sheath from the working channel	**6**
5. Repeats procedure at least 5 times producing decent quality samples	**6**
6. If aspiration of blood occurs, asks to release suction, retracts the needle and selects a new site	**6**
J. Performing an endobronchial brush	
1. Advances brush (retracted in its sheath) through the working channel until it is visible at the distal end of the bronchoscope	**6**
2. Pushes the brush out of the sheath and advances it towards the lesion	**6**
3. Moves brush back and forth over the lesion several times, then retracts the brush into its sheath and removes it from working channel	**6**
K. Haemoptysis during a bronchoscopy procedure	
1. Correctly assesses the severity of the bleeding (its abundance, if flow is continuous, if overflowing into another bronchi, if pulsatile…)	**6**
2. Protects the rest of the airways from being flooded by aspirating the blood	**6**

3. Uses the appropriate technique and at the right moment to control the bleeding (i.e.: let it clot without suction of the clot for spontaneous resolution if minor bleeding, use cold isotonic saline if moderate bleeding, use adrenalin/vasopressin/tranexamic acid if major bleeding, apply pressure with balloon catheter if out of control/rapidly expanding bleeding associated with intravenous treatment by vasopressin)	**6**
4. Does not remove bronchoscope until bleeding has completely ceased	**6**
L. Interacting with the patient	
1. When patient vigilant, communicates with the patient during the procedure, reassures him and explains how to ease breathing, control coughing	**6**
2. Remains attentive to the patient's tolerance and vital parameters during the procedure	**6**
3. Identifies the moment to begin/adapt oxygenotherapy (when SpO2 < 92%), administer bronchodilators (if bronchospasm), stop the procedure due to bad patient tolerance (e.g.: panic, desaturation or dyspnea despite oxygen), antagonize sedation	**6**
M. Communicating with the team	
1. Expresses clear requests to the assistant (e.g., asks to be passed instrument, "open"- "close" forceps, initiate patient treatment…)	**6**
2. Stays attentive to the assistant's input and acts accordingly	**6**

III. After the procedure	
A. Writes a complete and accurate report of the procedure (description and image of any abnormality visualized, defines the extension of lesions and the relation with adjacent carina, type of sampling performed and its location, potential complications)	**6**
B. Draws a case for action concerning the care of the patient	
1. Appropriate monitoring of the patient, identifies criteria for hospitalisation or discharge	**6**
2. Appropriate post procedure care in case of respiratory distress, haemoptysis, pneumothorax or other complication during the procedure	**6**
3. Defines the next steps for additional exploration, or treatment of the patient's condition (depending on the suspected diagnosis: tumour, infection or other motive for which the bronchoscopy was required)	**6**
C. Informs patient of post-procedure safety measures (2h fasting, case for action in case of haemoptysis or dyspnea, possibility of fever in case of BAL, 24h surveillance by carer/relative if sedation used)	**6**

Annexe 8 : Vignette clinique introduisant la séance de simulation

M. MARTIN, 65 ans

Ancien tabagique, électricien à la retraite.

Sous KARDEGIC 75mg, BISOPROLOL, ATORVASTATINE, RAMIPRIL pour une cardiopathie ischémique stentée en 2020. Pas d'autre antécédent notable.

Adressé pour une fibroscopie en externe, dans un contexte de dyspnée fébrile malgré de l'AUGMENTIN prescrit par son médecin traitant pendant 7 jours, avec notion de toux chronique et perte involontaire de 4kg depuis 1 mois, suite à un voyage au Maroc.

Annexe 9 : Questionnaire et taux de satisfaction à l'issue de la séance de simulation

	Totalement en désaccord	Plutôt en désaccord	Plutôt en accord	Totalement en accord
La présentation des objectifs de cette session de simulation était claire		25%	13%	63%
La vignette clinique était plausible et apportait toutes les informations nécessaires pour la mise en situation		25%	38%	38%
Les séquences d'imagerie scanographique représentaient bien les lésions pulmonaires et médiastinales qui devaient être biopsiées			50%	50%
L'utilisation du fibroscope était aisée pour franchir les obstacles ORL et naviguer dans les bronches avec le même ressenti qu'en pratique clinique	13%	13%	50%	25%
Les lésions endobronchiques reproduites étaient aisément reconnaissables			75%	25%
Les sensations lors de la réalisation du **lavage bronchiolo-alvéolaire** étaient réalistes		13%	13%	75%
Les sensations lors de la réalisation des **biopsies bronchiques** étaient réalistes			25%	75%
Les sensations lors de la réalisation des **ponctions-biopsies transbronchiques à l'aiguille** étaient réalistes				100%
Les sensations lors de la réalisation des **biopsies pulmonaires transbronchiques** étaient réalistes			33%	67%
Le scope de simulation était réaliste dans sa façon de présenter la dégradation clinique du patient et son amélioration après prise en charge thérapeutique		13%	25%	63%
Le saignement endobronchique était réaliste ainsi que la façon de le tarir		13%	63%	25%
Le scénario de simulation était immersif et vraisemblable		38%		63%
Globalement je suis satisfait par cette session			25%	75%

Suggestions ou commentaires libres

Annexe 10 : Echelle d'évaluation finale

0 = unsuccessful 0,5 = incomplete/needed guidance 1 = mastered (autonomously) N/A = not applicable

I. Before the procedure				
A. Verifies the indication for the bronchoscopy, reviews the patient's CT-scan and medical history	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
B. Verifies the absence of contraindications				
1. Makes sure the patient has understood the procedure, is fasting and is in a satisfactory respiratory state to withstand the procedure	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
2. Verifies there is no anticoagulant /antiplatelet treatment or bleeding disorder that would contraindicate the endobronchial sampling	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
3. Checks the biology report when required (satisfactory platelet levels and coagulation parameters)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
C. Dresses with appropriate protective gear according to infectious risk (tuberculosis, COVID-19...) with FFP2 /N95 mask, safety goggles or faceshield, gloves, disposable long-sleeved gown and head cover	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**

II. During the procedure				
A. Performs an efficient local anaesthesia of the upper airways				
Vigilant patient				
1. Sprays Lidocaine in the throat twice, and if passing through the nose, also sprays Lidocaine in the nostrils and tells patient to sniff	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
2. Lubricates the nostrils and/or endoscope with Lidocaine gel	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
Patient under general anaesthesia/sedation				
1'. Verifies level of sedation according to the situation with the anaesthetist or intensive care specialist	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
2'. Verifies the adjustment of the ventilator settings (with the anaesthetist or intensive care specialist): increase FiO2 and respiratory rate, reduce tidal volume, flow rate and positive expiratory pressure	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
B. Mastering bronchoscopy techniques				
1. Holds the bronchoscope in an appropriate way: one hand on handle with thumb on joystick, other hand on the tube close to patient's face	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
Vigilant patient				
2. Passes the different anatomical obstacles of the upper airways (nasal passage ***or*** mouth, pharynx, vocal cords) ***or*** straight through the tracheostomy according to the case	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
3. Performs a "spray-as-you-go" delivery of topical anaesthesia applied via the bronchoscope to the larynx (on vocal cords) and lower airways (in the trachea, on the main carina and on both upper lobe carina)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
Patient under general anaesthesia/sedation				
2'. Passes through the intubation tube ***or*** through the laryngeal mask and vocal cords according to the case	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**

3'. Performs a “spray-as-you-go” delivery of topical anaesthesia if patient not curarized	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
4. Manoeuvres in the bronchial tree and maintains good visualization of the bronchial lumen with limited time in red-out, and keeps image centred	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
5. Limits contact with the bronchial wall and trauma to the bronchial mucosa	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
6. Performs a systematic inspection of the bronchial tree in an orderly manner (starting from the top of one lung and going down, then same on the other side, doesn’t miss any segments)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
C. Correctly identifies the different anatomical sections of the airways				
1. The trachea	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
2. The carina, the right and left mainstem bronchi	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
3. The right upper lobe bronchus and its segmental divisions (RB1, RB2 and RB3)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
4. The bronchus intermedius	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
5. The middle lobe bronchus and its segmental divisions (RB4 and RB5)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
6. The right lower lobe bronchus and its segmental divisions (RB6, RB7, RB8, RB9 and RB10)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
7. The left upper lobe bronchus and its segmental divisions (LB1+2 and LB3)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
8. The lingula and its segmental divisions (LB4 and LB5)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
9. The left lower lobe bronchus and its segmental divisions (LB6, LB8, LB9 and LB10)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
D. Recognizing and describing endobronchial abnormalities				
1. Correctly assesses the mobility and symmetry of the vocal cords (asks the patient to pronounce a sound)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
2. Correctly describes endobronchial secretions according to their aspect (clear, white, bloody, with clots, purulent, frothy, sooty)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
3. Recognises a lesion of the bronchial mucosa and describes it appropriately (tumour bud, tumour infiltrated mucosa, necrotic mucosa, hypervascularity, extrinsic compression, bronchial pits, anthracosis, fistula, stenosis)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
4. Situates it in the bronchial tree: names the corresponding bronchus	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
E. Takes clear photos of any visualized lesion	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
F. Performing a BAL (bronchoalveolar lavage)				
1. Appropriately locates the site for BAL: finds the bronchus corresponding with the area with abnormality on the CT-scan	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
2. Wedges the bronchoscope into a position that occludes the lumen of the bronchus and keeps it in place, remaining orientated towards the bronchial lumen	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
3. Slowly injects isotonic saline into the segment then applies low-pressure suction to retrieve the sample without causing airway collapse, recovering ideally at least 30% of total instilled volume	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
G. Performing a bronchial biopsy				
1. Advances the forceps in the closed position through the working channel until visualised at the distal end of the bronchoscope	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**

2. Directs the forceps in the open position towards the site of interest for biopsy while avoiding necrotic or hypervascularized zones	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
3. Once the target reached, closes the forceps trapping as much tissue as possible then retracts forceps and removes it from the working channel	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
4. Repeats procedure multiple times (ideally at least 5 times) according to patient tolerance, producing decent quality samples	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
H. Performing a transbronchial lung biopsy (TBLB)				
1. Advances bronchoscope as far as possible into the area of the lung to be biopsied, corresponding with the area of interest on the CT-scan	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
Vigilant patient				
2. *Depending on the technique preferred locally*: Inserts forceps into the working channel and advances it as far as possible until patient signals parietal pain, ***or*** until resistance is met, ***or*** if fluoroscopy is used until the forceps is within 1cm of the pleural surface ***or*** in the targeted region, then retracts forceps by 2 cm ***or*** until pain disappears	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
3. Instructs the patient to take a deep breath in, then opens forceps, instruct the patient to breathe out slowly, then whilst the patient is breathing out the forceps are advanced by 1cm or until gentle resistance is met, then closed for a moment and gently retracted	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
Patient under general anaesthesia/sedation				
2'. *Depending on the technique preferred locally*: Inserts forceps into the working channel and advances it as far as possible until resistance is met, ***or*** if fluoroscopy is used until the forceps is within 1cm of the pleural surface ***or*** in the targeted region, then retracts forceps by 2 cm	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
3'. Opens forceps, advances by 1cm or until gentle resistance is met, closes forceps for a moment and then gently retracts	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
4. Does not retract forceps if patient experiences pain or significant resistance is felt on the forceps	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
5. Repeats procedure multiple times according to patient tolerance, producing decent quality samples	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
I. Performing a transbronchial needle aspiration (TBNA)				
1. Advances needle sheath through the working channel until it is visible beyond the tip of the bronchoscope then asks the assistant to advance the needle and lock it in place	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
2. *Depending on the technique preferred locally*, either directly pushes the needle through the airway wall to its fullest extent ***or*** by pushing the bronchoscope, as perpendicular as possible and avoiding cartilage arches	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
3. When the needle is inserted, asks that suction be applied, then agitates the needle in a to-and-fro movement through the target, taking care not to withdraw the needle completely from the airway wall	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
4. Once the sampling complete, asks assistant to release suction, then withdraws the needle from the target, asks assistant to retract the needle into the sheath then withdraws the needle sheath from the working channel	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
5. Repeats procedure at least 5 times producing decent quality samples	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
6. If aspiration of blood occurs, asks to release suction, retracts the needle and selects a new site	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**

J. Performing an endobronchial brush				
1. Advances brush (retracted in its sheath) through the working channel until it is visible at the distal end of the bronchoscope	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
2. Pushes the brush out of the sheath and advances it towards the lesion	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
3. Moves brush back and forth over the lesion several times, then retracts the brush into its sheath and removes it from working channel	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
K. Haemoptysis during a bronchoscopy procedure				
1. Correctly assesses the severity of the bleeding (its abundance, if flow is continuous, if overflowing into another bronchi, if pulsatile…)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
2. Protects the rest of the airways from being flooded by aspirating the blood	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
3. Controls bleeding by using different techniques (i.e.: let it clot without suction, instil cold isotonic saline or adrenalin/vasopressin/tranexamic acid, apply pressure with balloon catheter, intravenous treatment by vasopressin if out of control)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
4. Does not remove bronchoscope until bleeding has completely ceased	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
L. Interacting with the patient				
1. When patient vigilant, communicates with the patient during the procedure, reassures him and explains how to ease breathing, control coughing	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
2. Remains attentive to the patient's tolerance and vital parameters during the procedure	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
3. Identifies the moment to begin/adapt oxygenotherapy (when SpO2 < 92%), administer bronchodilators (if bronchospasm), stop the procedure due to bad patient tolerance (e.g.: panic, desaturation or dyspnea despite oxygen), antagonize sedation	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
M. Communicating with the team				
1. Expresses clear requests to the assistant (e.g., asks to be passed instrument, "open"- "close" forceps, initiate patient treatment…)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
2. Stays attentive to the assistant's input and acts accordingly	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**

III. After the procedure				
A. Writes a complete and accurate report of the procedure (description and image of any abnormality visualized, defines the extension of lesions and the relation with adjacent carina, type of sampling performed and its location, potential complications)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
B. Draws a case for action concerning the care of the patient				
1. Appropriate monitoring of the patient, identifies criteria for hospitalisation or discharge	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
2. Appropriate post procedure care in case of respiratory distress, haemoptysis, pneumothorax or other complication during the procedure	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**
C. Informs patient of post-procedure safety measures (2h fasting, case for action in case of haemoptysis or dyspnea, possibility of fever in case of BAL, 24h surveillance by carer/relative if sedation used)	**0**	**0,5**	**1**	**N/A**

BIBLIOGRAPHIE

1. Miller RJ, Casal RF, Lazarus DR, Ost DE, Eapen GA. Flexible Bronchoscopy. Clin Chest Med. mars 2018;39(1):1-16.

2. Shaheen I. Flexible bronchoscopy in adults: Indications and contraindications [Internet]. 2021 [cité 1 févr 2023]. Disponible sur: https://www.medilib.ir/uptodate/show/4400

3. Febvre M, Trosini-Desert V, Atassi K, Hermant C, Colchen A, Raspaud C, et al. Les bonnes pratiques de la bronchoscopie souple diagnostique, en 2007. Rev Mal Respir. 1 déc 2007;24(10):1363-92.

4. Cracco C, Fartoukh M, Prodanovic H, Azoulay E, Chenivesse C, Lorut C, et al. Safety of performing fiberoptic bronchoscopy in critically ill hypoxemic patients with acute respiratory failure. Intensive Care Med. janv 2013;39(1):45.

5. Rand IAD, Blaikley J, Booton R, Chaudhuri N, Gupta V, Khalid S, et al. British Thoracic Society guideline for diagnostic flexible bronchoscopy in adults: accredited by NICE. Thorax. 1 août 2013;68(Suppl 1):i1-44.

6. Sokolowski JW, Burgher LW, Jones FL, Patterson JR, Selecky PA. Position Paper on Guidelines for Fiberoptic Bronchoscopy in Adults. Am Rev Respir Dis. oct 1987;136(4):1066-1066.

7. Ernst A, Silvestri GA, Johnstone D. Interventional Pulmonary Procedures: Guidelines from the American College of Chest Physicians. CHEST. 1 mai 2003;123(5):1693-4.

8. Agarwal S, Singh K, Walters G, McGrath EE. Performing Bronchoalveolar Lavage as per the American Thoracic Society Guidelines 2012: An Analysis of 100 Consecutive Cases. Am J Respir Crit Care Med. juill 2013;188(1):112-3.

9. Cracco C, Maitre B. Bonne pratique de la fibroscopie bronchique chez le patient ventilé. Réanimation. 1 févr 2006;15(1):43-7.

10. Knight RK, Clarke SW. An analysis of the first 300 fibreoptic bronchoscopies at the Brompton Hospital. Br J Dis Chest. avr 1979;73(2):113-20.

11. Ouellette DR. The safety of bronchoscopy in a pulmonary fellowship program. Chest. oct 2006;130(4):1185-90.

12. Stather DR, MacEachern P, Chee A, Dumoulin E, Tremblay A. Trainee Impact on Procedural Complications: An Analysis of 967 Consecutive Flexible Bronchoscopy Procedures in an Interventional Pulmonology Practice. Respiration. 2013;85(5):422-8.

13. Stather DR, Maceachern P, Chee A, Dumoulin E, Tremblay A. Trainee impact on advanced diagnostic bronchoscopy: An analysis of 607 consecutive procedures in an interventional pulmonary practice. Respirology. 2013;18(1):179-84.

14. Torrington KG. Bronchoscopy Training and Competency: How Many Are Enough? CHEST. 1 sept 2000;118(3):572-3.

15. Mason WTM, Strike PW. Short CommunicationSee one, do one, teach one—is this still how it works? A comparison of the medical and nursing professions in the teaching of practical procedures. Med Teach. 1 nov 2003;25(6):664-6.

16. Hureaux J, Urban T. La simulation en pneumologie : rationnel, données de la littérature et perspectives. Rev Mal Respir. 1 janv 2016;33:A219.

17. Ernst A, Wahidi MM, Read CA, Buckley JD, Addrizzo-Harris DJ, Shah PL, et al. Adult Bronchoscopy Training: Current State and Suggestions for the Future: CHEST Expert Panel Report. CHEST. 1 août 2015;148(2):321-32.

18. Hergott CA. Minimal Procedure Numbers Are Not Helpful: Assessing Trainee Competency in Bronchoscopy. Chest. 1 déc 2020;158(6):2253-4.

19. Rodriguez-Paz JM, Kennedy M, Salas E, Wu AW, Sexton JB, Hunt EA, et al. Beyond “see one, do one, teach one”: toward a different training paradigm. Postgrad Med J. 1 mai 2009;85(1003):244-9.

20. McGaghie WC, Siddall VJ, Mazmanian PE, Myers J. Lessons for Continuing Medical Education From Simulation Research in Undergraduate and Graduate Medical Education: Effectiveness of Continuing Medical Education: American College of Chest Physicians Evidence-Based Educational Guidelines. CHEST. 1 mars 2009;135(3):62S-68S.

21. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-Based Medical Education: An Ethical Imperative. Acad Med. août 2003;78(8):783.

22. Fielding DI, Maldonado F, Murgu S. Achieving competency in bronchoscopy: Challenges and opportunities. Respirology. 2014;19(4):472-82.

23. Kastelik JA, Chowdhury F, Pathmanathan S, Aslam I, Hogg J, Morjaria JB. Developments in Simulation Bronchoscopy Training. Open J Respir Dis. 17 oct 2013;3(4):154-63.

24. Nilsson PM, Naur TMH, Clementsen PF, Konge L. Simulation in bronchoscopy: current and future perspectives. Adv Med Educ Pract. 9 nov 2017;8:755-60.

25. Stather DR, Lamb CR, Tremblay A. Simulation in Flexible Bronchoscopy and Endobronchial Ultrasound: A Review. J Bronchol Interv Pulmonol. juill 2011;18(3):247.

26. Blum MG, Powers TW, Sundaresan S. Bronchoscopy simulator effectively prepares junior residents to competently perform basic clinical bronchoscopy. Ann Thorac Surg. juill 2004;78(1):287-91; discussion 287-291.

27. Ost D, De Rosiers A, Britt EJ, Fein AM, Lesser ML, Mehta AC. Assessment of a Bronchoscopy Simulator. Am J Respir Crit Care Med. 15 déc 2001;164(12):2248-55.

28. Naur TMH, Nilsson PM, Pietersen PI, Clementsen PF, Konge L. Simulation-Based Training in Flexible Bronchoscopy and Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Aspiration (EBUS-TBNA): A Systematic Review. Respir Int Rev Thorac Dis. 2017;93(5):355-62.

29. Davoudi M, Osann K, Colt HG. Validation of Two Instruments to Assess Technical Bronchoscopic Skill Using Virtual Reality Simulation. Respiration. 2008;76(1):92-101.

30. Konge L, Larsen KR, Clementsen P, Arendrup H, Buchwald C von, Ringsted C. Reliable and Valid Assessment of Clinical Bronchoscopy Performance. Respiration. 2012;83(1):53-60.

31. Voduc N, Dudek N, Parker CM, Sharma KB, Wood TJ. Development and Validation of a Bronchoscopy Competence Assessment Tool in a Clinical Setting. Ann Am Thorac Soc. avr 2016;13(4):495-501.

32. Downing SM. Validity: on meaningful interpretation of assessment data. Med Educ. sept 2003;37(9):830-7.

33. INSPIRE. Checklists Development and Validation Instructions [Internet]. 2015 [cité 15 févr 2023]. Disponible sur: https://inspiresim.org/wp-content/uploads/delightful-downloads/2015/04/INSPIRE-Checklists-Development-and-Validation-Instructions_Final.pdf

34. Van de Ven AH, Delbecq AL. The nominal group as a research instrument for exploratory health studies. Am J Public Health. mars 1972;62(3):337-42.

35. Gellert AR, Rudd RM, Sinha G, Geddes DM. Fibreoptic bronchoscopy: effect of multiple bronchial biopsies on diagnostic yield in bronchial carcinoma. Thorax. sept 1982;37(9):684-7.

36. Wahidi MM, Silvestri GA, Coakley RD, Ferguson JS, Shepherd RW, Moses L, et al. A prospective multicenter study of competency metrics and educational interventions in the learning of bronchoscopy among new pulmonary fellows. Chest. mai 2010;137(5):1040-9.

37. Voduc N, Adamson R, Kashgari A, Fenton M, Porhownick N, Wojnar M, et al. Development of Learning Curves for Bronchoscopy: Results of a Multicenter Study of Pulmonary Trainees. Chest. 1 déc 2020;158(6):2485-92.

38. Konge L, Clementsen P, Larsen KR, Arendrup H, Buchwald C, Ringsted C. Establishing Pass/Fail Criteria for Bronchoscopy Performance. Respiration. 2012;83(2):140-6.

39. Norcini JJ. Setting standards on educational tests. Med Educ. 2003;37(5):464-9.

40. Konge L, Arendrup H, Buchwald C von, Ringsted C. Using Performance in Multiple Simulated Scenarios to Assess Bronchoscopy Skills. Respiration. 2011;81(6):483-90.

41. Kahn MJ, Merrill WW, Anderson DS, Szerlip HM. Residency program director evaluations do not correlate with performance on a required 4th-year objective structured clinical examination. Teach Learn Med. 2001;13(1):9-12.

42. Haute Autorité de Santé. HAS, «Etat de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé,» 2012. [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cité 20 mars 2023]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_930641/fr/simulation-en-sante

43. Haponik EF, Russell GB, Beamis JF, Britt EJ, Kvale P, Mathur P, et al. Bronchoscopy training: current fellows' experiences and some concerns for the future. Chest. sept 2000;118(3):625-30.

44. Kennedy CC, Maldonado F, Cook DA. Simulation-based bronchoscopy training: systematic review and meta-analysis. Chest. juill 2013;144(1):183-92.

45. Park J, MacRae H, Musselman LJ, Rossos P, Hamstra SJ, Wolman S, et al. Randomized controlled trial of virtual reality simulator training: transfer to live patients. Am J Surg. août 2007;194(2):205-11.

46. Konge L, Arendrup H, von Buchwald C, Ringsted C. Virtual reality simulation of basic pulmonary procedures. J Bronchol Interv Pulmonol. janv 2011;18(1):38-41.

RESUME

La fibroscopie bronchique est un examen complémentaire permettant l'exploration des bronches et la réalisation de prélèvements. Elle comporte des risques pour le patient et requiert la maîtrise de gestes techniques spécifiques. Actuellement, son apprentissage se réalise essentiellement sur les patients par mimétisme et compagnonnage auprès de médecins séniors. La simulation est une méthode d'apprentissage basée sur la mise en situation des apprenants dans un environnement réaliste et un cadre sécurisé, permettant de réaliser de façon répétée une procédure sur un modèle le plus réaliste possible. Différents modèles de simulation et plusieurs échelles d'évaluation existent déjà en fibroscopie bronchique, avec chacun leurs limites. Cette étude a permis d'une part d'élaborer, par la méthode du groupe nominal, une échelle d'évaluation des performances composée de 68 items incluant l'ensemble des étapes pour la réalisation d'une fibroscopie bronchique, de la préparation à la prise en charge post-interventionnelle ainsi que l'ensemble des techniques de prélèvements et la gestion des complications les plus communes. D'autre part, un programme de simulation à la fibroscopie bronchique a été développé en ayant recours à un corps humain avec reproduction de lésions et saignement endobronchiques et a été testé lors d'une étude pilote sur des pneumologues expérimentés. L'échelle finale sera ensuite utilisée dans le cadre d'un programme de formation des internes par la simulation pour évaluer leur progression et certifier leurs compétences au terme de leur cursus dans différentes conditions et notamment en pratique clinique.

Mots clés : fibroscopie bronchique, échelle d'évaluation des performances, simulation

ABSTRACT

Flexible bronchoscopy is a tool that enables the exploration of the airways and the taking of samples. It carries risks for patients and requires mastery of specific technical skills. At present, learning the technique relies mainly on repeating it on patients under the supervision of a mentor. Simulation-based training is a pedagogical method based on situating learners in a realistic environment and a secure setting, enabling repetition of the procedure on a model as realistic as possible. Various simulation models and performance assessment scales have been developed for flexible bronchoscopy, each with their limitations. In the first part of this study, the nominal group method was used to elaborate a performance assessment scale composed of 68 items, encompassing all the steps to be performed in a flexible bronchoscopy, from preparation to post-procedure care, and including all sampling techniques and the management of common complications. Secondly, a flexible bronchoscopy simulation program was developed, using a human body model with the reproduction of bronchial lesions and bleeding, and tested on experienced pulmonologists in a pilot study. The final assessment scale will be used in a simulation-based training program for residents to assess their progress and certify their skills at the end of their curriculum.

Keywords: flexible bronchoscopy, performance assessment scale, simulation

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 !

⌘⌖⌘⌖⌘