



Université de Bourgogne
UFR des Sciences de Santé
Circonscription Médecine



ANNÉE 2022

N°

**VENTILATION PROTECTRICE EN CHIRURGIE THORACIQUE : UNE ÉTUDE
RANDOMISÉE CONTRÔLÉE**

THÈSE
Présentée

à l'UFR des Sciences de Santé de Dijon
Circonscription Médecine

et soutenue publiquement le 09/09/2022

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par Nicolas Beaufrère

Né le 25/06/1994

À Montpellier

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à la disposition de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur.

Ceci implique une obligation de citation et de référencement dans la rédaction de vos travaux.

D'autre part, toutes contrefaçons, plagiat, reproductions illicites encourrent une poursuite pénale.

De juridiction constante, en s'appropriant tout ou partie d'une œuvre pour l'intégrer dans son propre document, l'étudiant se rend coupable d'un délit de contrefaçon (au sens de l'article L.335.1 et suivants du code de la propriété intellectuelle). Ce délit est dès lors constitutif d'une fraude pouvant donner lieu à des poursuites pénales conformément à la loi du 23 décembre 1901 dite de répression des fraudes dans les examens et concours publics.

ANNÉE 2022

N°

**VENTILATION PROTECTRICE EN CHIRURGIE THORACIQUE : UNE ÉTUDE
RANDOMISÉE CONTRÔLÉE**

THÈSE
Présentée

à l'UFR des Sciences de Santé de Dijon
Circonscription Médecine

et soutenue publiquement le 09/09/2022

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par Nicolas Beaufrère

Né le 25/06/1994

À Montpellier

Année Universitaire 2020-2021
au 1^{er} **Septembre 2020**

Doyen :
Assesseurs :

M. Marc MAYNADIÉ
M. Pablo ORTEGA-DEBALLON
Mme Laurence DUVILLARD

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

			Discipline
M.	Jean-Louis	ALBERINI	Biophysiques et médecine nucléaire
M.	Sylvain	AUDIA	Médecine interne
M.	Marc	BARDOU	Pharmacologie clinique
M.	Jean-Noël	BASTIE	Hématologie - transfusion
M.	Emmanuel	BAULOT	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M.	Christophe	BEDANNE	Dermato-vénéréologie
M.	Yannick	BEJOT	Neurologie
Mme	Christine	BINQUET	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	Philippe	BONNIAUD	Pneumologie
M.	Alain	BONNIN	Parasitologie et mycologie
M.	Bernard	BONNOTTE	Immunologie
M.	Olivier	BOUCHOT	Chirurgie cardiovasculaire et thoracique
M.	Belaid	BOUHEMAD	Anesthésiologie - réanimation chirurgicale
M.	Alexis	BOZORG-GRAYELI	Oto-Rhino-Laryngologie
M.	Alain	BRON	Ophtalmologie
M.	Laurent	BRONDEL	Physiologie
Mme	Mary	CALLANAN (WILSON)	Hématologie type biologique
M.	Patrick	CALLIER	Génétique
Mme	Catherine	CHAMARD-NEUWIRTH	Bactériologie - virologie; hygiène hospitalière
M.	Pierre-Emmanuel	CHARLES	Réanimation
M.	Jean-Christophe	CHAUVET-GELINIER	Psychiatrie d'adultes, Addictologie
M.	Nicolas	CHEYNEL	Anatomie
M.	Alexandre	COCHET	Biophysique et médecine nucléaire
M.	Luc	CORMIER	Urologie
M.	Yves	COTTIN	Cardiologie
M.	Charles	COUTANT	Gynécologie-obstétrique
M.	Gilles	CREHANGE	Oncologie-radiothérapie
Mme	Catherine	CREUZOT-GARCHER	Ophtalmologie
M.	Frédéric	DALLE	Parasitologie et mycologie
M.	Alexis	DE ROUGEMONT	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
M.	Hervé	DEVILLIERS	Médecine interne
M.	Serge	DOUVIER	Gynécologie-obstétrique
Mme	Laurence	DUVILLARD	Biochimie et biologie moléculaire
M.	Olivier	FACY	Chirurgie générale
Mme	Laurence	FAIVRE-OLIVIER	Génétique médicale
Mme	Patricia	FAUQUE	Biologie et Médecine du Développement
Mme	Irène	FRANCOIS-PURSELL	Médecine légale et droit de la santé
Mme	Marjolaine	GEORGES	Pneumologie
M.	François	GHIRINGHELLI	Cancérologie
M.	Pierre Grégoire	GUINOT	Anesthésiologie – réanimation chirurgicale
M.	Frédéric	HUET	Pédiatrie
M.	Pierre	JOUANNY	Gériatrie
M.	Sylvain	LADOIRE	Histologie
M.	Gabriel	LAURENT	Cardiologie
M.	Côme	LEPAGE	Hépatogastroentérologie

M.	Romarc	LOFFROY	Radiologie et imagerie médicale
M.	Luc	LORGIS	Cardiologie
M.	Jean-Francis	MAILLEFERT	Rhumatologie
M.	Cyriaque Patrick	MANCKOUNDIA	Gériatrie
M.	Sylvain	MANFREDI	Hépatogastroentérologie
M.	Laurent	MARTIN	Anatomie et cytologie pathologiques
M.	David	MASSON	Biochimie et biologie moléculaire
M.	Marc	MAYNADIÉ	Hématologie – transfusion
M.	Marco	MIDULLA	Radiologie et imagerie médicale
M.	Thibault	MOREAU	Neurologie
Mme	Christiane	MOUSSON	Néphrologie
M.	Paul	ORNETTI	Rhumatologie
M.	Pablo	ORTEGA-DEBALLON	Chirurgie Générale
M.	Pierre Benoit	PAGES	Chirurgie thoracique et vasculaire
M.	Jean-Michel	PETIT	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
M.	Christophe	PHILIPPE	Génétique
M.	Lionel	PIROTH	Maladies infectieuses
Mme	Catherine	QUANTIN	Biostatistiques, informatique médicale
M.	Jean-Pierre	QUENOT	Réanimation
M.	Patrick	RAY	Médecine d'urgence
M.	Patrick	RAT	Chirurgie générale
M.	Jean-Michel	REBIBOU	Néphrologie
M.	Frédéric	RICOLFI	Radiologie et imagerie médicale
M.	Paul	SAGOT	Gynécologie-obstétrique
M	Maxime	SAMSON	Médecine interne
M.	Emmanuel	SAPIN	Chirurgie Infantile
M.	Emmanuel	SIMON	Gynécologie-obstétrique
M.	Éric	STEINMETZ	Chirurgie vasculaire
Mme	Christel	THAUVIN	Génétique
M.	Benoit	TROJAK	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
M.	Pierre	VABRES	Dermato-vénéréologie
M.	Bruno	VERGÈS	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
M.	Narcisse	ZWETYENGA	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

PROFESSEURS EN SURNOMBRE

M.	Alain	BERNARD (surnombre jusqu'au 31/08/2021)	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M.	Pascal	CHAVANET (Surnombre jusqu'au 31/08/2021)	Maladies infectieuses

**MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES
PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES MEDICALES**

			Discipline Universitaire
Mme	Lucie	AMOUREUX BOYER	Bactériologie
Mme	Louise	BASMACIYAN	Parasitologie-mycologie
Mme	Shaliha	BECHOUA	Biologie et médecine du développement
M.	Mathieu	BLOT	Maladies infectieuses
M.	Benjamin	BOUILLET	Endocrinologie
Mme	Marie-Claude	BRINDISI	Nutrition
Mme	Marie-Lorraine	CHRETIEN	Hématologie
Mme	Vanessa	COTTET	Nutrition
M.	Damien	DENIMAL	Biochimie et biologie moléculaire
Mme	Ségolène	GAMBERT	Biochimie et biologie moléculaire
Mme	Françoise	GOIRAND	Pharmacologie fondamentale
M.	Charles	GUENANCIA	Physiologie
Mme	Agnès	JACQUIN	Physiologie
M.	Alain	LALANDE	Biophysique et médecine nucléaire
M.	Louis	LEGRAND	Biostatistiques, informatique médicale
Mme	Stéphanie	LEMAIRE-EWING	Biochimie et biologie moléculaire
M.	Pierre	MARTZ	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M.	Alain	PUTOT	Gériatrie
M.	Paul-Mickaël	WALKER	Biophysique et médecine nucléaire

PROFESSEURS EMERITES

M.	Laurent	BEDENNE	(01/09/2017 au 31/08/2020)
M.	Jean-François	BESANCENOT	(01/09/2020 au 31/08/2023)
M.	Bernard	BONIN	(01/09/2020 au 31/08/2023)
M.	François	BRUNOTTE	(01/09/2020 au 31/08/2023)
M.	Jean-Marie	CASILLAS-GIL	(01/09/2020 au 31/08/2023)
M.	Philippe	CAMUS	(01/09/2019 au 31/08/2022)
M.	Jean	CUISENIER	(01/09/2018 au 31/08/2021)
M.	Jean-Pierre	DIDIER	(01/11/2018 au 31/10/2021)
Mme	Monique	DUMAS	(01/09/2018 au 31/08/2021)
M.	Claude	GIRARD	(01/01/2019 au 31/08/2022)
M.	Maurice	GIROUD	(01/09/2019 au 31/12/2021)
M.	Patrick	HILLON	(01/09/2019 au 31/08/2022)
M.	François	MARTIN	(01/09/2018 au 31/08/2021)
M.	Henri-Jacques	SMOLIK	(01/09/2019 au 31/08/2022)
M.	Pierre	TROUILLOUD	(01/09/2020 au 31/08/2023)

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

Mme	Katia	MAZALOVIC	Médecine Générale
Mme	Claire	ZABAWA	Médecine Générale

PROFESSEURS ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE

M.	Didier	CANNET	Médecine Générale
M.	Arnaud	GOUGET	Médecine Générale
M.	François	MORLON	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE

M.	Jérôme	BEAUGRAND	Médecine Générale
M.	Clément	CHARRA	Médecine Générale
Mme	Anne	COMBERNOUX -WALDNER	Médecine Générale
M.	Benoit	DAUTRICHE	Médecine Générale
M.	Alexandre	DELESVAUX	Médecine Générale
M.	Rémi	DURAND	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mme	Lucie	BERNARD	Anglais
M.	Didier	CARNET	Anglais
Mme	Catherine	LEJEUNE	Pôle Epidémiologie
M.	Gaëtan	JEGO	Biologie Cellulaire

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme	Marianne	ZELLER	Physiologie
-----	----------	---------------	-------------

PROFESSEURS AGREGES de L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Mme	Marceline	EVRARD	Anglais
Mme	Lucie	MAILLARD	Anglais

PROFESSEURS CERTIFIES

Mme	Anaïs	CARNET	Anglais
M.	Philippe	DE LA GRANGE	Anglais

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

M.	Mathieu	BOULIN	Pharmacie clinique
M.	François	GIRODON	Sciences biologiques, fondamentales et cliniques
Mme	Evelyne	KOHLI	Immunologie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

M.	Philippe	FAGNONI	Pharmacie clinique
M.	Marc	SAUTOUR	Botanique et cryptogamie
M.	Antonin	SCHMITT	Pharmacologie

L'UFR des Sciences de Santé de Dijon, Circonscription Médecine, déclare que les opinions émises dans les thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ne leur donner ni approbation, ni improbation.

COMPOSITION DU JURY

Président : Pr B. BOUHEMAD

Membres :
Pr P-G. GUINOT
Dr N. NOWOBILSKI
Dr B. DURAND

SERMENT D'HIPPOCRATE

"Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions.

J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité.

Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque."

DEDICACES ET REMERCIEMENTS

Aux membres du jury:

À **Monsieur le professeur B. BOUHEMAD**, merci pour votre enseignement et votre regard éclairé et sincère sur notre parcours professionnel. Vous nous répétez souvent qu'il faut oublier sept fois une leçon avant de la retenir, et mes nombreux passages au tableau en bibliographie le mercredi après-midi me l'ont fait comprendre. J'y ai appris également « qu'on ne se moque pas du crocodile avant d'avoir traversé la rivière », à mes dépens.

À **Monsieur le professeur P-G. GUINOT**, travailler dans votre service au bloc opératoire et en réanimation cardio-vasculaire m'a fait grandir tant sur le plan théorique et pratique de notre spécialité, que sur le plan humain. Vos connaissances en hémodynamique et votre sang-froid dans les situations de stress sont inspirants. Merci également pour votre disponibilité durant ces années d'internat.

À **Monsieur le docteur N. NOWOBILSKI**, merci d'avoir dirigé ce travail avec patience et compréhension. Tu m'as rapidement accordé ta confiance pour cette étude, et lorsque nous avons travaillé ensemble lors de mon premier semestre au CHU. Tes enseignements sur l'anesthésie-réanimation et particulièrement sur la ventilation m'accompagneront tout au long de ma carrière, et je t'en suis reconnaissant.

À **Monsieur le docteur B. DURAND**, tu as accepté avec une grande gentillesse de faire partie de mon jury de thèse. J'apprends déjà beaucoup à tes côtés en anesthésie cardio-vasculaire, et j'ai hâte de continuer à travailler avec toi pour la fin de ce semestre.

À l'équipe de réanimation du CH de Châlon-sur-Saône de novembre 2018 à mai 2019.

À l'équipe de réanimation cardio-vasculaire de novembre 2019 à mai 2020.

À l'équipe de réanimation polyvalente de novembre 2020 à mai 2021.

Aux équipes d'anesthésie du CHU du BU, du M2O, de la maternité, et du bloc CCV.

À mes co-internes de promotion :

Camille, notre amitié a débuté dès notre rencontre à Châlon-sur-Saône. Ton énergie communicative, ta générosité et ton amour de la fête m'ont conquis. **Diane** ne s'y est pas trompée, elle dont la gentillesse et la sérénité sont des remparts contre ton tempérament stressé. Mon regret est de n'avoir jamais partagé de stage avec toi, mais cela m'aura évité de souffrir de la comparaison avec tes talents. Et nous partagerons d'autres moments, car notre amitié est bien partie pour durer.

Martin, mon compagnon de début d'internat, nous sommes devenus internes ensemble, et les souvenirs des soirées châlonnaises resteront gravés dans ma mémoire. Je souhaite à toi et **Chloé** beaucoup de bonheur.

Maxime, l'homme pressé, marié, futur papa et propriétaire pendant que nous autres sortons difficilement de l'adolescence. Ton humour de beauf et ton honnêteté sont à mes yeux tes plus belles qualités, et j'ai adoré les semestres passés en ta compagnie. J'embrasse aussi **Amélie**.

Benjamin, un des hommes les plus drôles que j'ai rencontré, il ne te manque que la confiance en toi pour les faire toutes craquer. En attendant tu fais déjà craquer les pantalons du CHU en période de prise de masse.

Thomas, le roi des jeux de mots, nous n'avons jamais été co-internes et c'est bien dommage.

Valentin, toi qui sais tout sur tout le monde à l'hôpital, tu es une belle personne et appréciée de tous à juste titre.

Vincent, nous ne nous connaissons pas assez, mais j'ai toujours apprécié ta compagnie et ton humour.

Hélène, la globe-trotteuse, ton amitié m'est chère, et ton regard différent sur notre vie d'interne est salutaire dans notre microcosme hospitalier centré sur lui-même.

Chloé, j'ai appris à te connaître et à t'apprécier lors de notre stage à Châlon, tu es une râleuse avec du cœur, et ce stage n'aurait pas été le même sans toi.

À mes autres co-internes d'anesthésie-réanimation : **Guillaume, Thomas, José, Alix, Yaz, Haïfa, Seb, Yvoire, Doriane, Lilian, Herman, Lionel, Laurie.**

Ceux hors anest-réa : la team cardio avec **Romain, Kilian** et **Alban**.

À **Thomas GARREAU**, merci d'avoir été un « grand frère » dans cette aventure qu'est l'internat. Ta franchise et ton humour sont des qualités rares.

À **Mylène HERRERA**, tu as été et tu continues d'être un exemple pour moi.

À **Jean-Baptiste LEQUEU**, merci pour ton humour et ta sympathie malgré notre appartenance à des clans fratricides. Je languis d'avoir un jour ton coup de poignet à la pêche à la mouche.

À mes amis :

Arnaud, notre amitié qui dure depuis si longtemps a vécu bien des tempêtes, mais est toujours debout est plus forte que jamais. Toi et **Célia** êtes les bienvenus à Dijon chaque fois que l'envie vous viendra d'y monter. Vous pourrez toujours compter sur moi, et je sais que l'inverse est tout aussi vrai.

Mathieu, notre éloignement n'a pas terni notre amitié. Merci pour toutes nos discussions sur les sujets les plus variés, et si nos opinions divergent souvent, tu resteras toujours mon complotiste préféré.

À **Paul** et **Charlotte, Pauline, Charlène** et **Chloé**. Nous nous voyons trop peu et il faut y remédier. Ceci est un appel urgent à organiser une soirée à Montpellier, j'espère que vous l'entendrez.

À **Samy**, que je tiens à citer ici, en vue du jour où tu seras célèbre. Je pourrais dire que j'ai connu le Samy d'avant la notoriété, un super pote, généreux et marrant. À **Adrien**, le plus costaud de tous mes remerciements. Le souvenir de notre entrée dans l'adolescence à tous les trois à Frédéric Bazille est un mélange de honte et de rires.

À toute l'équipe de Castelnaud-le-Lez : **Thibault, Thomas, Tiphaine, Alex, Julien, Aurélien et Rémy.**

À **Max** le S, le X, le Xenss, le kho. On a mené l'aventure de l'internat bourguignon ensemble, de l'internat de Châlon à la coloc de Dijon. Des barquettes du CH aux petits poulets mexicains du frigo. Merci pour ta présence depuis toutes ses années, dans les bons comme dans les mauvais moments. Nous étions des potes à Montpellier, nous sommes devenus des bros à Dijon. **Clémence**, j'ai adoré les 6 mois passés avec toi dans ce même appartement. Merci pour ta joie de vivre communicative, et ta douceur. J'ai hâte que Max et toi mettiez en route le petit sur lequel Olaf veillera.

À **Auguste**. Depuis l'externat, nous avons tout partagé, d'une balade à cheval au pied des Mogotes à Viñales, aux soirées du Sky Garden à Bali, en passant par les sessions de surf dans l'Algarve. J'aime ta générosité et ton sens du partage. Merci d'avoir veillé à entretenir notre amitié toutes ces années, en organisant tous ces moments. Je te souhaite de profiter pleinement de ton voyage d'un an avec **Pauline**, que j'adore déjà. Vous allez nous manquer.

À **Timothée**, l'homme le plus drôle de Carcassonne. Merci pour tous ces souvenirs. Des bancs de la PACES, à la Réunion où tu m'as accueilli avec **Hélène**, nous avons partagé des milliers de discussions et de foux rires. J'espère rire encore longtemps avec vous.

À **Philippe**, avec un L et 2 P. Tu es un de mes amis les plus chers, j'aime ton caractère de force tranquille et ta danse du robot. Avec ton vocabulaire bien à toi, tu as su prouver à tout le monde qu'on peut commencer graffeur à CLL et finir anesthésiste-réanimateur à Marseille. Chapeau mon Fif, de toute façon j'ai toujours dit que t'étais l'meilleur.

À **Valou**, Baldoche, je sais que tu toucheras ton nez en lisant ces quelques mots. Merci pour ta profonde gentillesse et ton sens du partage. Tu demandes régulièrement de mes nouvelles et ça me touche beaucoup. Tu es le bienvenu à Dijon avec **Laure**, que j'espère rencontrer enfin pour de vrai.

À **Pierrot**, mon pote de promo, concurrent puis partenaire en course à pied, compagnon de révisions de l'ECN et surtout ami fidèle. Je souhaite à toi, à **Clémence**, et au petit **Salter** plein de bonheur pour la suite de votre vie.

À tous mes autres potes de promo : **Victor, Margaux, Fabio, Antoine, Zak, Océane, Alia, Alycia**. J'embrasse aussi les humoristes en puissance de la promo du dessous, j'ai nommé **Santonja, Pages et Roucha**.

À mes amis dijonnais :

Henri, notre rencontre à Châlon a marqué le début d'une amitié indéfectible. J'adore nos discussions. Pour ce qui est de ton style, tout miser sur une mèche balayée est risquée à l'âge où la calvitie commence à attaquer les moins chanceux d'entre nous, mais Dieu que ta mèche est belle. **Manon** ne s'y est pas trompée, et je vous embrasse tous les deux en espérant vous revoir rapidement à votre retour de Lyon.

Samuel, notre amitié s'est fissurée depuis le padelgate, mais je sais qu'elle est trop forte pour ne pas rebondir. Merci à toi pour ces bons moments depuis le début de l'internat.

Shag, tu es une de mes plus belles rencontres dijonnaises. Je sais que tu t'éclates à Marseille, mais reviens vite à Dijon pour une prochaine soirée garage. Tu es une chirurgienne de caractère, et surtout une belle personne.

À **Théo** et **Constance**, merci pour ces moments passés à Châlon, à Tarsul et dans votre modeste appartement. Vous faites de très beaux mariés.

À la team du ski La Plagne 2022 : **Pat, Jory, P-A, Marie, Montana, Clotilde, Paulo, Marion, Pauline.**

À mes amis de Châlon : **Isa** et **Arthur, Amélie, Vincent, Jeannot**, et tous les autres.

À **Cyrielle** aux yeux verts, princesse du ménage et reine de l'écape game. **Benjamin** a bien de la chance de t'avoir.

À **Jean**, dont j'attends toujours de voir les talents de gymnaste à l'œuvre dans une salle d'escalade, toi et ta fabuleuse conscience de ton corps dans l'espace.

À ma famille

Maman, merci pour ton amour et ta tendresse. Tu m'as toujours fait confiance, dans la vie et dans les études, et je t'en remercie. Tu as tant donné pour nous, il est temps de te concentrer sur toi et ton bonheur avec **Éric**. Je suis heureux et fier de t'avoir pour mamounette. **Éric**, merci de ta gentillesse, te voir, discuter avec toi ou aller grimper ensemble est toujours un plaisir.

Papa, merci pour ce que tu m'as inculqué, l'importance du travail, la curiosité, l'esprit critique, le goût de l'effort, l'humour. Je te ressemble en beaucoup de points, et j'espère devenir un père aussi aimant et généreux que tu l'es. **Maria**, merci de nous accueillir avec toujours autant de joie et d'énergie.

À **Caroline**, ma grande soeurette. J'aime tellement ce que notre relation est devenue. En tant qu'aînée, tu as joué ton rôle de modèle avec brio. Tu m'as appris à devenir adulte, lorsque nous avons vécu brièvement ensemble. Merci pour ta bienveillance envers moi depuis toutes années. J'ai hâte de devenir tonton de ton petit garçon. **Corentin**, je ne pouvais rêver meilleur beau-frère. Merci de rendre Caro heureuse au quotidien.

À **Gathou**, le sang de la veine. Merci de m'avoir supporté toutes ces années, depuis l'enfance à Castelnaud le Lez, à l'externat dans notre appartement commun pendant deux ans. Merci de m'avoir soutenu pendant l'ECN, pendant la préparation de la thèse, je te dois beaucoup. Je suis fière de la personne que tu es devenue, une médecin empathique, une femme de caractère. Tu gères ma Gathou.

À **papy Bernard** et **mamie Gisèle**, merci pour tous ces souvenirs de vacances les étés à Pornic, et d'avoir réuni si souvent la famille autour de vous.

À **papy Jacques** et **mamie Annie**, que je n'ai pas eu la chance de connaître, mais dont la gentillesse s'est transmise de génération en génération.

À la famille Renault, **Jacques, François, Sophie, Babette**, et tous les cousins, merci pour tous ces moments partagés à chaque cousinade.

À **tonton Gilles, tatie Anne, tonton François, tatie Carine, Margaux, Gauthier, et Sarah**, vous me manquez, j'espère vous revoir bientôt.

À la famille Perenic :

Carole et Didier, merci de m'avoir accueilli dans votre famille si simplement. Le calme de votre maison a participé pour beaucoup à la rédaction de cette thèse. Et vos bons plans champagne participeront à la réussite du pot de ce soir.

Alex et Sarah, merci de m'avoir accepté comme étant digne d'Emma, vous voir est toujours un plaisir.

Paulo et Marie-Hélène, merci pour votre accueil, votre générosité. Emma vous tient en haute estime, et cela veut dire beaucoup.

Isabelle et Didier, merci pour votre gentillesse. Je ne pouvais rêver meilleurs proprios. J'embrasse aussi **Louis, Mathys, Martine et Jean-Paul**.

Et enfin à **Emma**. Tu es une personne d'une rare sensibilité, empathique, sincère. Tu ne laisses jamais personne de côté. Tu es également une battante avec une force de caractère hors du commun. J'ai beaucoup de chance de partager ton quotidien. Ces trois années passées à tes côtés ont été les plus heureuses de ma vie. Mais notre aventure ne fait que commencer. Tu m'as demandé de ne pas l'écrire, donc je vais être obligé de le faire. Je t'aime.

TABLE DES MATIERES

Table des matières

1	ABRÉVIATIONS	16
2	INTRODUCTION	18
3	MATÉRIEL ET MÉTHODE	19
3.1	DESIGN DE L'ÉTUDE	19
3.2	POPULATION.....	19
3.2.1	<i>Critères d'inclusion</i>	<i>19</i>
3.2.2	<i>Critères d'exclusion.....</i>	<i>20</i>
3.2.3	<i>Taille de l'échantillon.....</i>	<i>20</i>
3.3	METHODE	21
3.3.1	<i>Critères de jugements de l'étude</i>	<i>21</i>
3.3.2	<i>Consentement des patients</i>	<i>21</i>
3.3.3	<i>Randomisation.....</i>	<i>21</i>
3.3.4	<i>Gestion de la ventilation.....</i>	<i>22</i>
3.3.5	<i>Manœuvres de Recrutement alvéolaire</i>	<i>23</i>
3.3.6	<i>Thérapie de sauvetage pour perturbation des échanges gazeux.....</i>	<i>26</i>
3.3.7	<i>Protocole de prise en charge standardisé.....</i>	<i>27</i>
3.4	RECUEIL DE DONNEES	28
3.4.1	<i>Données préopératoires</i>	<i>28</i>
3.4.2	<i>Données intra-opératoires.....</i>	<i>29</i>
3.4.3	<i>Données post-opératoires</i>	<i>30</i>
3.5	ANALYSE STATISTIQUE.....	31
4	RÉSULTATS	31
5	DISCUSSION	43
6	CONCLUSION.....	44
7	BIBLIOGRAPHIE	47
8	ANNEXES.....	50
8.1	DEFINITIONS	50

Table des tableaux

TABLEAU 1 : CARACTERISTIQUES PRE-OPERATOIRES DES PATIENTS.....	34
TABLEAU 2 : CARACTERISTIQUES DES PATIENTS LIEES A L'INTERVENTION.....	36
TABLEAU 3 : RESULTATS DU CRITERE DE JUGEMENT PRINCIPAL.....	37
TABLEAU 4 : RESULTATS DES CRITERE DE JUGEMENTS SECONDAIRES.....	38
TABLEAU 5 : RESULTATS DES CRITERE DE JUGEMENTS SECONDAIRES (SUITE)	39

Table des figures

FIGURE 1 : MANŒUVRE DE RECRUTEMENT ALVEOLAIRE DU OU DES POUMONS VENTILES STANDARDISEE DANS LE GROUPE PEP HAUTE.	24
FIGURE 2 : DIAGRAMME DE FLUX	33
FIGURE 3 : RAPPORT PAO ₂ / FIO ₂ AUX TEMPS CLES DE L'INTERVENTION DANS LES DEUX GROUPES.....	41
FIGURE 4 : PRESSION MOTRICE AUX TEMPS CLES DE L'INTERVENTION DANS LES DEUX GROUPES.....	42

1 ABRÉVIATIONS

AC/FA : Arythmie cardiaque par fibrillation auriculaire

ARISCAT : Assess Respiratory risk In Surgical patients in CATalonia

ASA : American Society of Anesthesiologist

BPCO : Broncho-pneumopathie chronique obstructive

CCS : Canadian Vascular Society

CEP : Complications extra-pulmonaires

CPP: Complications pulmonaires post-opératoires

CPT : Capacité pulmonaire totale

CVF : Capacité vitale forcée

EP : Embolie pulmonaire

FIO₂ : Fraction inspirée en oxygène

GOLD: Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease

HTA : Hypertension artérielle

I/E : Ratio temps inspiratoire sur temps expiratoire

IMC : Indice de masse corporelle

IRA : Insuffisance rénale aiguë

MET : Équivalents métaboliques

NYHA: New York Hearth Association

PAPm : Pression artérielle pulmonaire moyenne

PAPs : Pression artérielle pulmonaire systolique

Paw : Pression des voies aériennes

PEP: Pression télé-expiratoire positive

PIT : Poids idéal théorique

Ppeak limit : Pression de crête limite

Pplat goal : Pression de plateau cible

RR : Fréquence respiratoire

SAS : Syndrome d'apnée du sommeil

SCA : Syndrome coronarien aigu

SDRA: Syndrome de détresse respiratoire aiguë

SIRS : Syndrome de réponse inflammatoire systémique

STOP-BANG : Snoring-Tired-Observed apnea-Pressure-BMI-Age-Neck size-Gender

VBP: Ventilation bi-pulmonaire

VEMS : Volume expiratoire maximal en une seconde

VT: Volume courant

VUP: Ventilation uni-pulmonaire

2 INTRODUCTION

Les complications pulmonaires post-opératoires (CPP), incluant la survenue de pneumopathies, d'atélectasies ou encore de syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA), ont un impact significatif sur la morbidité et mortalité des patients, et augmentent la durée de séjour en réanimation et la durée d'hospitalisation. En 2014, Futier et al ont montré dans l'étude IMPROVE que chez des patients opérés d'une chirurgie abdominale majeure, 42 % des patients présentaient des complications pulmonaires graves avec une stratégie de ventilation dite classique, avec une médiane de durée d'hospitalisation de 13 jours, contre 10% de complications pulmonaires graves et 11 jours d'hospitalisation avec une stratégie de ventilation protectrice(1). Dans une méta-analyse de 2014, Neto et al ont montré que les patients présentant des CPP en chirurgie thoracique et abdominale avaient une durée de séjour en soins intensifs (8 jours contre 1 jour) et d'hospitalisation (20,9 jours contre 14,7 jours) plus longue que ceux sans CPP(2). On comprend ainsi l'intérêt d'anticiper ce risque dans la prise en charge péri-opératoire des patients. Dans ce but, Canet et al ont créé en 2010 le score ARISCAT (Assess Respiratory risk In Surgical patients in CATalonia)(3). Validé ensuite dans une plus large cohorte européenne par Mazo et al (4), ce score définit trois niveaux de risque de complications pulmonaires en fonction de sept critères. Parmi les facteurs de risques identifiés, la chirurgie intra-thoracique est celui qui est le plus fortement associé aux CPP. D'autres travaux démontrent le rôle de la gestion de l'anesthésie et notamment de la gestion de la ventilation comme facteur de risque de complications pulmonaires(1)(5).

La ventilation mécanique est en effet susceptible de générer des lésions pulmonaires (ventilator-induced lung injury ou VILI) (6). Les mécanismes impliqués regroupent le barotraumatisme, lié à l'application de niveaux de pression trop élevés au niveau du poumon, le volotraumatisme, générant une surdistension notamment télé-inspiratoire du poumon, et enfin l'atélectraumatisme, consécutif à des phénomènes d'ouverture-fermeture cycliques des alvéoles pulmonaires. Ces traumatismes génèrent des processus inflammatoires au niveau alvéolaire aboutissant à des modifications structurelles pulmonaires, mais aussi systémiques(7) .

Ainsi, le concept de « ventilation protectrice » vise à limiter ces phénomènes, par l'utilisation d'un volume courant (VT) réduit pour diminuer la surdistension d'une part, et d'une pression télé-expiratoire positive (PEP) d'autre part, évitant le collapsus alvéolaire télé-expiratoire.

Il est prouvé par plusieurs études que l'utilisation de faibles niveaux de VT et l'application d'une PEP réduisent les CPP en chirurgie abdominale (8)(9). En revanche, le niveau optimal de PEP et l'application ou non de manœuvres de recrutement alvéolaire restent controversés. Plusieurs essais contrôlés randomisés ne montrent pas de réduction de survenue de CPP chez des patients ventilés avec une PEP élevée et des manœuvres de recrutement alvéolaire en chirurgie abdominale (10)(11).

Néanmoins, en chirurgie thoracique, les manipulations du poumon par le chirurgien, les contraintes liées au déplacement du médiastin, génèrent des dommages sur le parenchyme pulmonaire(12). Et

des travaux montrent une amélioration de l'oxygénation par application de manœuvre de recrutement alvéolaire en ventilation uni-pulmonaire (VUP)(13).

Certains experts suggèrent donc que le cas particulier qu'est la chirurgie thoracique pourrait davantage bénéficier d'une stratégie de ventilation protectrice avec niveau de PEP élevé et manœuvres de recrutement alvéolaire.

Ainsi, devant l'absence d'essai contrôlé randomisé comparant une ventilation protectrice « classique » à une ventilation avec niveau de PEP élevé et manœuvres de recrutement alvéolaire en VUP sur la survenue de CPP, Kiss et al (14) ont conduit l'essai clinique PROTHOR. Cette étude multicentrique européenne contrôlée randomisée a débuté en 2016 et doit inclure 2376 patients.

Le CHU de Dijon, en tant que centre participant, a pu utiliser les données de l'essai pour conduire une étude ancillaire en parallèle de l'étude principale.

Nous avons donc conçu cette étude pour comparer une stratégie de ventilation protectrice avec PEP élevée et manœuvre recrutement alvéolaire, à une ventilation protectrice avec PEP basse sans manœuvres de recrutement alvéolaire, dans la prévention des complications pulmonaires en chirurgie thoracique programmée nécessitant une ventilation uni-pulmonaire.

3 MATÉRIEL ET MÉTHODE

3.1 Design de l'étude

Nous avons réalisé une étude ancillaire à l'étude PROTHOR, une étude internationale multicentrique randomisée contrôlée, avec information de nos travaux au promoteur de l'étude.

Cette étude s'est déroulée au CHU de Dijon, en France, où nous avons inclus 60 patients du service de chirurgie thoracique entre le 9 juillet 2019 et le 3 juin 2022. Un consentement écrit était recueilli auprès des patients.

3.2 Population

Nous avons inclus les patients rencontrant les critères suivants :

3.2.1 Critères d'inclusion

- Patient admis pour une chirurgie thoracique programmée, sous anesthésie générale, avec nécessité de ventilation uni-pulmonaire (VUP)

- IMC (indice de masse corporelle) < 35 kg/m²
- Âge ≥ 18 ans
- Durée attendue de la chirurgie supérieure à une heure
- Exclusion pulmonaire par sonde d'intubation à double lumière
- Majorité de la ventilation durant la chirurgie prévue en uni-pulmonaire

3.2.2 Critères d'exclusion

- Broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) de grade III ou IV selon la classification GOLD (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease), fibrose pulmonaire, bulle d'emphysème documentée, emphysème sévère, pneumothorax
- Asthme non contrôlé
- Insuffisance cardiaque de stade III ou IV de la classification New York Heart Association (NYHA), coronaropathie de grade III ou IV de la classification Canadian Cardiovascular Society (CCS)
- Antécédent de chirurgie pulmonaire
- Hypertension artérielle pulmonaire documentée avec Pression artérielle pulmonaire moyenne (P_{apm}) > 25 mmHg au repos ou Pression artérielle pulmonaire systolique (P_{aps}) > 40 mmHg (estimée par échographie cardiaque)
- Pathologie neuromusculaire documentée ou suspectée (thymome, myasthénie, myopathie, dystrophie musculaire)
- Ventilation mécanique prévue en post-opératoire
- Chirurgie bilatérale
- Exclusion pulmonaire par une autre méthode qu'une sonde d'intubation à double lumière (chez patient porteur d'une trachéostomie par exemple)
- Chirurgie en décubitus ventral
- Instabilité hémodynamique
- Pathologie ou tumeur intracrânienne
- Inclusion dans une autre étude ou refus de consentement
- Grossesse en cours
- Œsophagectomie, chirurgie pleurale seule, sympathectomie chirurgicale seule, chirurgie de la paroi thoracique seule, chirurgie médiastinale seule, transplantation pulmonaire
- Présence d'une des complications pulmonaires post-opératoires (pneumopathie d'inhalation, détresse respiratoire, infiltrats pulmonaires, pneumopathie infectieuse, atélectasie, œdème pulmonaire cardiogénique, épanchement pleural, pneumothorax, embolie pulmonaire, pleurésie purulente, hémorragie pulmonaire)
- Hypercapnie préopératoire documentée (si > 45 mmHg)

3.2.3 Taille de l'échantillon

Notre échantillon est de 60 patients, nombre que le CHU de Dijon devait atteindre pour sa participation à l'étude PROTHOR. Les patients étaient randomisés dans un des deux groupes en utilisant le site internet RedCap (Ver 6.6.2 Vanderbilt University, Tennessee, USA), plateforme en ligne de recueil de données et de randomisation.

3.3 Méthode

3.3.1 Critères de jugements de l'étude

3.3.1.1 Critère de jugement principal

- Complications pulmonaires dans les 5 jours post-opératoires (voir annexe 1)

3.3.1.2 Critères de jugements secondaires

- Complications extra-pulmonaires dans les 5 jours post-opératoires (voir annexe 1)
- Mortalité à 28 jours de la randomisation
- Nombre de jours sans hospitalisation dans les 28 jours post-opératoires
- Rapport PaO₂/FiO₂ à la gazométrie artérielle en per-opératoire
- Pression motrice en per-opératoire

3.3.2 Consentement des patients

Tous les patients ont signé un document de consentement de participation à l'étude PROTHOR, et à ses éventuelles études ancillaires, avant l'inclusion.

3.3.3 Randomisation

La randomisation de l'étude PROTHOR étant stratifiée par centre, nous avons pu l'utiliser pour notre étude ancillaire. La randomisation s'effectuait par blocs aléatoires de 4, 6 ou 8 patients. Avant la chirurgie, chaque patient était randomisé avec un ratio d'un pour un dans le groupe « PEP basse » (ventilation mécanique avec PEP à 5 cmH₂O sans manœuvres de recrutement ou PEPb) ou dans le groupe « PEP haute » (ventilation mécanique avec PEP à 10 cmH₂O et manœuvres de recrutement ou PEPb).

3.3.4 Gestion de la ventilation

3.3.4.1 Exclusion Pulmonaire

La bonne position de la sonde à double lumière était obligatoirement confirmée par fibroscopie bronchique.

3.3.4.2 Ventilation mécanique

La ventilation mécanique s'effectuait en mode volume contrôlé. Après l'intubation orotrachéale et en ventilation bi-pulmonaire (VBP), le niveau de PEP était réglé selon le groupe de randomisation, à savoir 5 cmH₂O dans le groupe PEPb et 10 cmH₂O dans le groupe PEPH. Dans les deux groupes, le niveau de PEP était maintenu jusqu'à l'extubation, à moins qu'une hypoxémie ne nécessite une procédure de sauvetage (voir la section "thérapie de sauvetage pour perturbations des échanges gazeux"). Si la formation d'auto-PEP était suspectée, la fréquence respiratoire ou le rapport inspiration sur expiration (I/E) était modifié à la discrétion de l'anesthésiste. Toute déviation du protocole devait être notifiée.

Durant la ventilation bi-pulmonaire, le volume courant (VT) était réglé à 7 mL/kg de poids idéal théorique (PIT). Le PIT était réglé selon la formule : $50 + 0,91 \times (\text{taille en cm} - 152,4)$ pour les hommes et $45,5 + 0,91 \times (\text{taille en cm} - 152,4)$ pour les femmes.

Les autres réglages consistaient en une fraction inspirée en oxygène (FIO₂) ≥ 0,4, rapport I/E entre 1/1 et 1/2, et une fréquence respiratoire ajustée pour obtenir une normocapnie (CO₂ expiré entre 30 et 40 mmHg).

Durant la VUP, le VT était diminué à 5ml/kg de PIT, sans modification des autres paramètres. Si la pression de crête excédait 40 cmH₂O ou la pression de plateau (Pplat) excédait 30 cmH₂O, le rapport I/E était diminué à 1/1 dans un premier temps, puis le VT était diminué à 4 mL/kg de PIT.

Pour résumer :

VENTILATION UNI-PULMONAIRE	
Mode	Volume contrôlé
VT	5 mL/kg PIT
FiO ₂	≥40%, à ajuster pour maintenir une SpO ₂ ≥90%
Rapport I/E	Entre 1/1 et 1/2
FR	Ajustée pour obtenir une normocapnie (CO ₂ expiré entre 30 et 40 mmHg)

PEP	Réglée selon le groupe de randomisation. Si une PEP intrinsèque était suspectée, une modification de la FR ou du rapport I/E était autorisée à la discrétion de l'anesthésiste.
-----	---

VENTILATION BI-PULMONAIRE	
Mode	Volume contrôlé
VT	7 mL/kg PIT
FiO ₂	≥40%, à ajuster pour maintenir une SpO ₂ ≥90%
Rapport I/E	Entre 1/1 et 1/2
FR	Ajustée pour obtenir une normocapnie (CO ₂ expiré entre 30 et 40 mmHg)
PEP	Réglée selon le groupe de randomisation. Si une PEP intrinsèque était suspectée, une modification de la FR ou du rapport I/E était autorisée à la discrétion de l'anesthésiste.

3.3.5 Manœuvres de Recrutement alvéolaire

3.3.5.1 Manœuvres de recrutement du ou des poumons ventilé(s) : Groupe PEPH

Une manœuvre de recrutement du ou des poumon ventilé(s) était pratiquée sur un patient stable hémodynamiquement selon le jugement de l'anesthésiste :

- Après la fibroscopie bronchique et à chaque déconnexion au ventilateur mécanique
- Au début de la VUP
- Toutes les heures durant VUP
- A la fin de VUP
- A la fin de la chirurgie en décubitus dorsal

Les manœuvres de recrutement étaient réalisées par incrément de VT en mode volume contrôlé, comme suit (Voir Figure 1) :

<p>Recrutement du ou des poumons ventilé(s) dans le groupe PEP haute</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Augmenter la FiO_2 à 100% 2. Régler la limite de pression de crête à 45 cmH_2O 3. Régler la fréquence respiratoire à 6 insufflations/min 4. Régler le rapport I/E à 1/1 5. Augmenter le VT par pallier de 2 mL/kg de PIT pour atteindre une Pplat entre 30 et 40 cmH_2O 6. Si le maximum de VT autorisé par le ventilateur mécanique est atteint malgré une Pplat inférieure à 30 cmH_2O, augmenter la PEP jusqu'à un maximum de 20 cmH_2O pour atteindre la Pplat cible 7. Attendre 3 cycles ventilatoires à une Pplat entre 30 et 40 cmH_2O 8. Régler le VT, la PEP, la FR et le rapport I/E aux valeurs précédant le recrutement
--	---

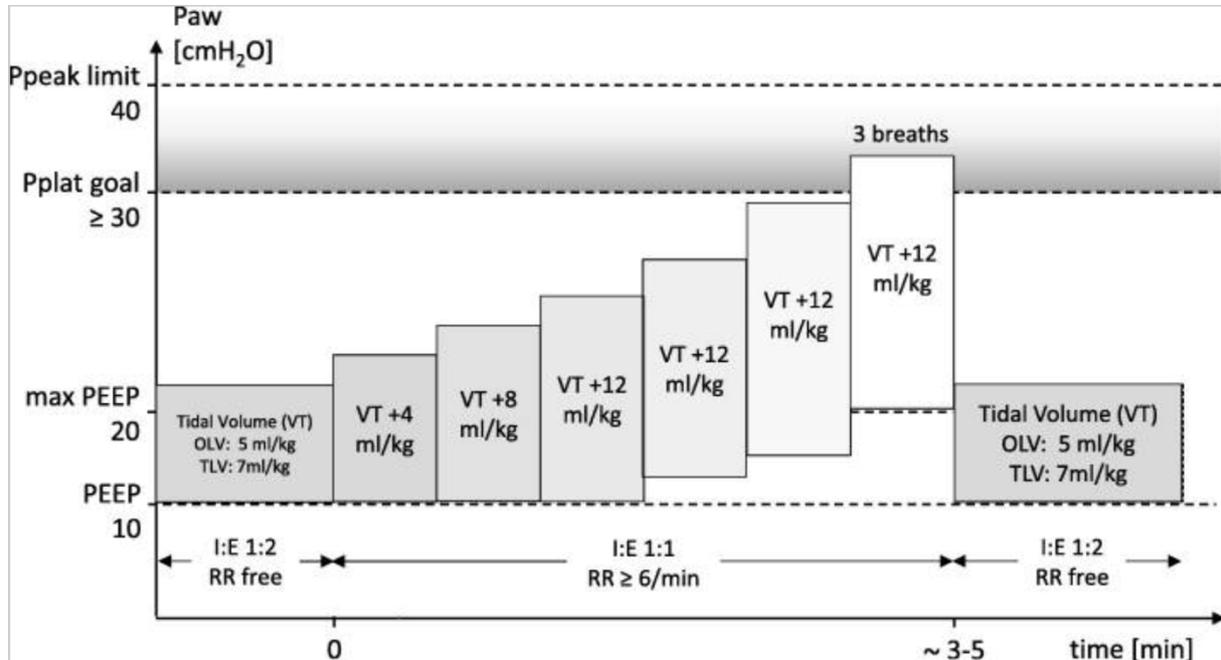


Figure 1 : Manœuvre de recrutement alvéolaire du ou des poumons ventilés standardisée dans le groupe PEP haute.

Abréviations : Paw : Pression des voies aériennes, Ppeak limit : Pression de crête limite, Pplat goal : Pression de plateau cible, PEP : Pression expiratoire positive, max PEP : Pression expiratoire positive

maximale, VT : Volume courant, OLV : Ventilation uni-pulmonaire, TLV : Ventilation bi-pulmonaire, RR : Fréquence respiratoire, RR free : Fréquence respiratoire libre, time[*min*] : temps en minutes, I:E : ratio temps inspiratoire sur temps expiratoire

3.3.5.2 Manœuvres de recrutement du poumon non ventilé – DEUX GROUPES

Une manœuvre de recrutement du poumon non ventilé peut s'avérer nécessaire pour différentes raisons :

- Vérification de l'aérostase à la demande du chirurgien
- En tant que stratégie de sauvetage d'une hypoxémie
- Avant de passer de la VUP à la VBP pour ré-expandre le poumon collabé

Cette manœuvre était pratiquée sur un patient stable hémodynamiquement selon l'évaluation de l'anesthésiste, et avec l'accord du chirurgien. Pour réaliser la ré-expansion pulmonaire de manière standardisée, le protocole était d'utiliser un dispositif de pression positive continue des voies aériennes (continuous positive airway pressure ou CPAP). En pratique, changer le mode respiratoire en mode ventilation spontanée avec aide inspiratoire et pression expiratoire positive (VS-AI-PEP), et augmenter la FiO₂ à 100%. Puis régler successivement la PEP à 10, 15 puis 20 cmH₂O pendant 20 secondes.

Pour résumer :

<p>Manœuvres de recrutement du poumon non ventilé dans les deux groupes</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Garder un contact visuel avec le poumon non ventilé 2. Régler la FiO₂ à 100% 3. Passer le respirateur en mode VS-AI-PEP 4. Régler la PEP à 10 cmH₂O pendant 20 secondes 5. Régler la PEP à 15 cmH₂O pendant 20 secondes 6. Régler la PEP à 20 cmH₂O pendant 20 secondes
---	---

3.3.6 Thérapie de sauvetage pour perturbation des échanges gazeux

3.3.6.1 Thérapie de sauvetage en cas d'hypoxémie

En cas de survenue d'une hypoxémie, définie comme une SpO₂ < 90% durant plus d'une minute, une procédure de sauvetage devait être entreprise.

<p>-Sauvetage en cas d'hypoxémie</p> <p>- groupe PEP haute</p> <p>- VBP</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Réaliser la procédure "recrutement du ou des poumons ventilé(s)" 2. Augmenter la PEP à 12 cmH₂O puis appliquer à nouveau recrutement du ou des poumons ventilé(s)" 3. Augmenter la FiO₂ par pallier de 10% jusqu'à 100% 4. Considérer la réduction de la PEP à 8 cm d'H₂O
---	--

<p>-Sauvetage en cas d'hypoxémie</p> <p>- groupe PEP basse</p> <p>- VBP</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Augmenter la FiO₂ par pallier de 10% jusqu'à 100% 2. Réaliser la procédure "manœuvre de recrutement du ou des poumons ventilé(s)" 2. Augmenter la PEP à 6 cmH₂O 3. Réaliser la procédure "manœuvre de recrutement du ou des poumons ventilé(s)" 4. Augmenter la PEP à 7 cmH₂O 5. Réaliser la procédure "manœuvre de recrutement du ou des poumons ventilé(s)"
---	--

<p>-Sauvetage en cas d'hypoxémie</p> <p>- groupe PEP haute</p> <p>- VUP</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Réaliser la procédure "recrutement du ou des poumons ventilé(s)" 2. Augmenter la PEP à 12 cmH₂O puis appliquer à nouveau recrutement du ou des poumons ventilé(s)" 3. Augmenter la FiO₂ par pallier de 10% jusqu'à 100% 4. Utiliser une oxygénothérapie passive du poumon non ventilé, réaliser la procédure "recrutement du poumon non ventilé » 5. Considérer la réduction de la PEP du poumon ventilé à 8 cm d'H₂O 6. Basculer en ventilation bi-pulmonaire
---	---

<p>-Sauvetage en cas d'hypoxémie</p> <p>- groupe PEP basse</p> <p>- VUP</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Augmenter la FiO₂ par pallier de 10% jusqu'à 100% 2. Utiliser une oxygénothérapie passive du poumon non ventilé, réaliser la procédure "recrutement du poumon non ventilé » 3. Réaliser la procédure "manœuvre de recrutement du ou des poumons ventilé(s) 4. Augmenter la PEP à 6 cmH₂O 5. Réaliser la procédure "manœuvre de recrutement du ou des poumons ventilé(s) 6. Augmenter la PEP à 7 cmH₂O 7. Réaliser la procédure "manœuvre de recrutement du ou des poumons ventilé(s) 8. Basculer en ventilation bi-pulmonaire
---	--

3.3.6.2 Thérapie de sauvetage en cas d'hypercapnie

Si une hypercapnie (CO₂ expiré > 60mmHg) survenait durant la VUP, la procédure suivante était appliquée dans les deux groupes :

<p>Thérapie de sauvetage en cas d'hypercapnie – deux groupes - VUP</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Augmenter la fréquence respiratoire jusqu'à 30/min, en vérifiant l'absence d'auto-PEP 2. Augmenter le VT jusqu'à 7ml/kg de PIT 3. Basculer en VBP
--	--

3.3.7 Protocole de prise en charge standardisé

Le début de la chirurgie est défini par le moment de l'incision chirurgicale en chirurgie ouverte par thoracotomie, ou l'insertion du trocart en thoracoscopie. La fin de la chirurgie est le moment de la fin de la suture de la voie d'abord.

L'anesthésie générale, la gestion de la douleur post-opératoire, les procédures de kinésithérapie, la gestion des apports hydriques durant les périodes per et post-opératoires étaient laissés à la discrétion de chaque centre dans l'étude PROTHOR, avec les suggestions suivantes :

- Pour l'anesthésie générale, utiliser des drogues parmi l'isoflurane, le desflurane ou le sévoflurane inhalé, le propofol en intraveineux, le rémifentanil ou le sufentanil, le cis-atracurium, l'atracurium, le vécuronium ou le rocuronium.
- Pour la décurarisation, utiliser le sugammadex, la prostigmine, la néostigmine, et l'atropine, guidé par le monitoring de la décurarisation (par train de quatre).
- Pour la gestion de la douleur post opératoire, viser un objectif de score de douleur strictement inférieur à 3 à l'échelle visuelle analogique. L'utilisation de techniques d'anesthésie loco-régionale (péridurale, bloc ou cathéter paravertébral, bloc intercostal) est conseillée mais non obligatoire.
- Utiliser la kinésithérapie post-opératoire avec mobilisation précoce, exercices de respiration profonde avec et sans spirométrie intensive et stimulation à la toux.
- Éviter l'hypovolémie et l'hypervolémie lors de la gestion des apports vasculaires, selon l'évaluation de l'anesthésiste.
- Utiliser un monitoring invasif de la pression artérielle lorsque c'était indiqué.
- Utiliser une antibioprofylaxie selon les recommandations lorsque c'était indiqué.
- Utiliser une sonde gastrique, une sonde urinaire, et d'autres techniques de monitorages invasifs selon les besoins du patient, les recommandations et les pratiques locales.

Les pratiques du CHU de Dijon concernant la gestion de l'anesthésie et de la chirurgie pulmonaire rentraient dans ce cadre, nous n'avons pas eu à modifier nos protocoles de prise en charge pour cette étude.

3.4 Recueil de données

3.4.1 Données préopératoires

Les données préopératoires recueillies à la visite pré-anesthésique comprennent :

- Sexe, âge

- Taille en cm et poids en kg, indice de masse corporelle (IMC)
- Score ARISCAT
- Statut physique selon score ASA (American Society of Anesthesiologist)
- Le score MET (équivalents métaboliques)
- Antécédents cardiovasculaires : Antécédent d'insuffisance cardiaque, de coronaropathie, d'AC/FA (arythmie cardiaque par fibrillation auriculaire)
- Antécédent de BPCO
- Antécédent de syndrome d'apnée du sommeil (SAS)
- Chez les patients sans antécédents d'apnée du sommeil, score STOP-Bang
- Antécédent d'infection respiratoire dans le mois précédant la chirurgie
- Statut tabagique : jamais, arrêté ≥ 2 mois, arrêté < 2 mois ou actuel
- Antécédent de diabète
- Antécédent d'hypertension artérielle (hta)
- Consommation d'alcool dans les deux dernières semaines : entre 0 et 2 verres par jour ou > 2 verres par jour

3.4.2 Données intra-opératoires

- **Résultat de la randomisation**

Recueilli le jour de l'opération avant le début de l'intervention.

- **Données relatives à l'anesthésie**

- Durée de la procédure d'anesthésie : de l'intubation trachéale à l'extubation ou à la sortie du bloc opératoire si le patient est encore intubé à la sortie, en minutes
- Durée de VBP, en minutes
- Durée de VUP, en minutes
- Volume de remplissage vasculaire par cristaalloïdes (en mL)
- Saignement estimé (en mL)

- **Données relatives à la chirurgie**

- Durée de la chirurgie, en minutes
- Voie d'abord chirurgicale (thoracoscopie, thoracotomie)
- Type de résection pulmonaire (lobectomie, segmentectomie, wedge, autre)

- **Variables intra-opératoires**

- VT, PEP, pression de crête, pression de plateau, fréquence respiratoire, rapport I/E, CO_2 expiré, SpO_2 , FiO_2 , pression artérielle moyenne, fréquence cardiaque, pression partielle d'oxygène artérielle, pression partielle de CO_2 artérielle, survenue d'évènement indésirable, aux moments suivants :

- A l'induction de l'anesthésie (définie comme le moment du démarrage de la ventilation mécanique) en VBP
 - En position finale (décubitus latéral) en VBP
 - Dix minutes après le début de la VUP
 - Toutes les heures après le début de la VUP
 - A la fin de l'intervention, en décubitus dorsal et en VBP
- **Suivi du protocole**
 - Tout évènement indésirable
 - Toute déviation du protocole : déviation de la PEP prévue, déviation du volume courant, autre

3.4.3 Données post-opératoires

Les patients étaient évalués quotidiennement du premier au cinquième jour post-opératoire, et à 28 jours de la randomisation par téléphone.

- **Rétablissement**
 - Poursuite de la ventilation mécanique hors de la salle d'intervention en post-opératoire immédiat : si oui, indication et durée en heures.
 - Recours à une technique de ventilation non-invasive : si oui, indication, durée et intensité
 - Recours à une technique de ventilation invasive : si oui, indication, durée et intensité
 - Admission en réanimation en post-opératoire immédiat : si oui, préciser si l'admission était prévue ou imprévue
 - Nouvelle admission ou réadmission en réanimation : si oui, préciser l'indication
 - Antibiothérapie : si oui, préciser l'indication
- **Évaluation de la fonction d'organes**
 - SpO₂ en décubitus dorsal avec élévation du tronc entre 30 et 45 degrés, 10 minutes en air ambiant. En cas d'oxygénothérapie, débit en L/mn.
 - Fréquence respiratoire
 - Fréquence cardiaque en battements par minute
 - Pression artérielle moyenne par mesure non invasive, en mmHg
 - Température en °C
 - Présence à la toux et aspect (purulent ou non) des sécrétions des voies aériennes du patient
 - Échelle visuelle analogique (10 cm) : évaluation de la dyspnée, de la douleur au repos et à la toux
 - Si une radiographie thoracique était disponible, présence ou non d'infiltrats, d'épanchement pleural, d'atélectasie, de pneumothorax, d'œdème cardio-pulmonaire (la radiographie n'était pas requise pour l'étude, et était analysée uniquement si elle était présente)

- Biologie sanguine : taux d'hémoglobine, hématokrite, numération leucocytaire, plaquettaire, taux sanguin de créatinine, d'urée, temps de prothrombine, temps de céphaline activée, taux de protéine C-réactive et de procalcitonine (la biologie sanguine n'était pas requise pour l'étude, et les données étaient recueillies seulement si elles étaient présentes)
- **Complications pulmonaires ; complications extra-pulmonaires**
- **Suivi**
 - Patient toujours en vie à 28 jours de la randomisation
 - Nombre de jours sans hospitalisation à 28 jours de la randomisation

3.5 Analyse statistique

Les caractéristiques des patients ont été comparées entre les deux groupes de randomisation. Pour les variables continues, celles suivant une distribution normale sont rapportées en moyenne et écart-type, les autres en médiane et écart interquartiles. Les variables catégorielles sont exprimées en nombre et pourcentage. Pour les variables continues, nous avons utilisé le test de Student (après vérification si nécessaire de la normalité de la variable par le test de Kolmogorov Smirnov) ; pour les variables catégorielles, nous avons utilisé le test du Chi 2 ou le test exact de Fisher lorsque les conditions de validité d'utilisation du Chi 2 n'étaient pas requises. Les résultats des tests ont été considérés comme significatifs lorsque la valeur de p était inférieure à 0,05. Toutes les analyses ont été réalisées avec le logiciel RStudio version 2022.02.2.

4 RÉSULTATS

Neuf cent soixante patients étaient éligibles à l'inclusion dans notre étude. Soixante patients ont été inclus. Cinq présentaient finalement un critère d'exclusion. Les 55 patients restants ont été randomisés en deux groupes et inclus dans l'analyse. Vingt-huit patients ont été inclus dans le groupe PEP_h, 27 dans le groupe PEP_b (Figure 2). Les deux groupes étaient comparables sur les caractéristiques des patients et les caractéristiques liées à l'intervention, hormis sur le critère BPCO ($p=0,04$) et le rapport VEMS/CVF ($p=0,02$) (Tableau 1).

Dans le groupe PEP_h, 3 patients n'ont finalement pas été opérés et 12 ont dévié du protocole, ce qui fait un total de 13 patients ayant reçu le protocole complet. Dans le groupe PEP_b, ce sont 3 patients qui ont dévié pour un total de 24 patients ayant reçu le protocole complet.

Dans notre étude, l'application per-opératoire d'un niveau de PEP à 10 cmH₂O et de manœuvres de recrutement, en comparaison à une PEP à 5 cmH₂O sans manœuvres de recrutement, ne modifie pas

de façon significative la survenue de complications pulmonaires post-opératoires dans les 5 jours suivant une chirurgie intra-thoracique majeure (36% de CPP dans le groupe PEPH contre 44% dans le groupe PEPb, $p=0,58$) (Tableau 3).

De même, il n'y a pas de différence significative sur les complications extra-pulmonaires dans les 5 jours post-opératoires (48% de CEP dans le groupe PEPH contre 38% dans le groupe PEPb, $p=0,78$). Pas de différence non plus sur la mortalité au 28^{ème} jour (0% dans le groupe PEPH contre 4% dans le groupe PEPb, $p=1$). Enfin, il n'y a pas de différence statistiquement significative sur le nombre de jours sans hospitalisation dans les 28 jours suivant une chirurgie intra-thoracique ($20,7\pm 4,1$ dans le groupe PEPH contre $20,2\pm 5,7$ dans le groupe PEPb, $p=0,70$). (Tableau 4).

Concernant l'analyse des critères de jugements secondaires sur le rapport $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ et la pression motrice, elle a été effectuée uniquement sur la population des patients ayant reçu le protocole complet. Les résultats de notre étude montrent qu'à certains temps clés pré-définis de l'intervention, on observe une différence statistiquement significative de pression motrice toujours en faveur du groupe PEPH ($9,1\pm 1,9$ dans le groupe PEPH contre $11,8\pm 4,3$ dans le groupe PEPb, $p=0,02$ à l'induction anesthésique; $9,8\pm 2,8$ dans le groupe PEPH contre $14,4\pm 4,1$ dans le groupe PEPb, $p<0,01$ 10mn après l'exclusion pulmonaire; $10,2\pm 2,5$ dans le groupe PEPH contre $14,9\pm 5,6$ dans le groupe PEPb, $p<0,01$ à 1h de l'exclusion pulmonaire; $12,2\pm 3,0$ dans le groupe PEPH contre $17,2\pm 5,6$ dans le groupe PEPb, $p=0,03$ à 2h de l'exclusion pulmonaire). À l'inverse, il n'y a pas de différence significative sur le niveau de rapport $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ à la gazométrie artérielle entre les deux groupes (Tableau 5, Figures 3 et 4).

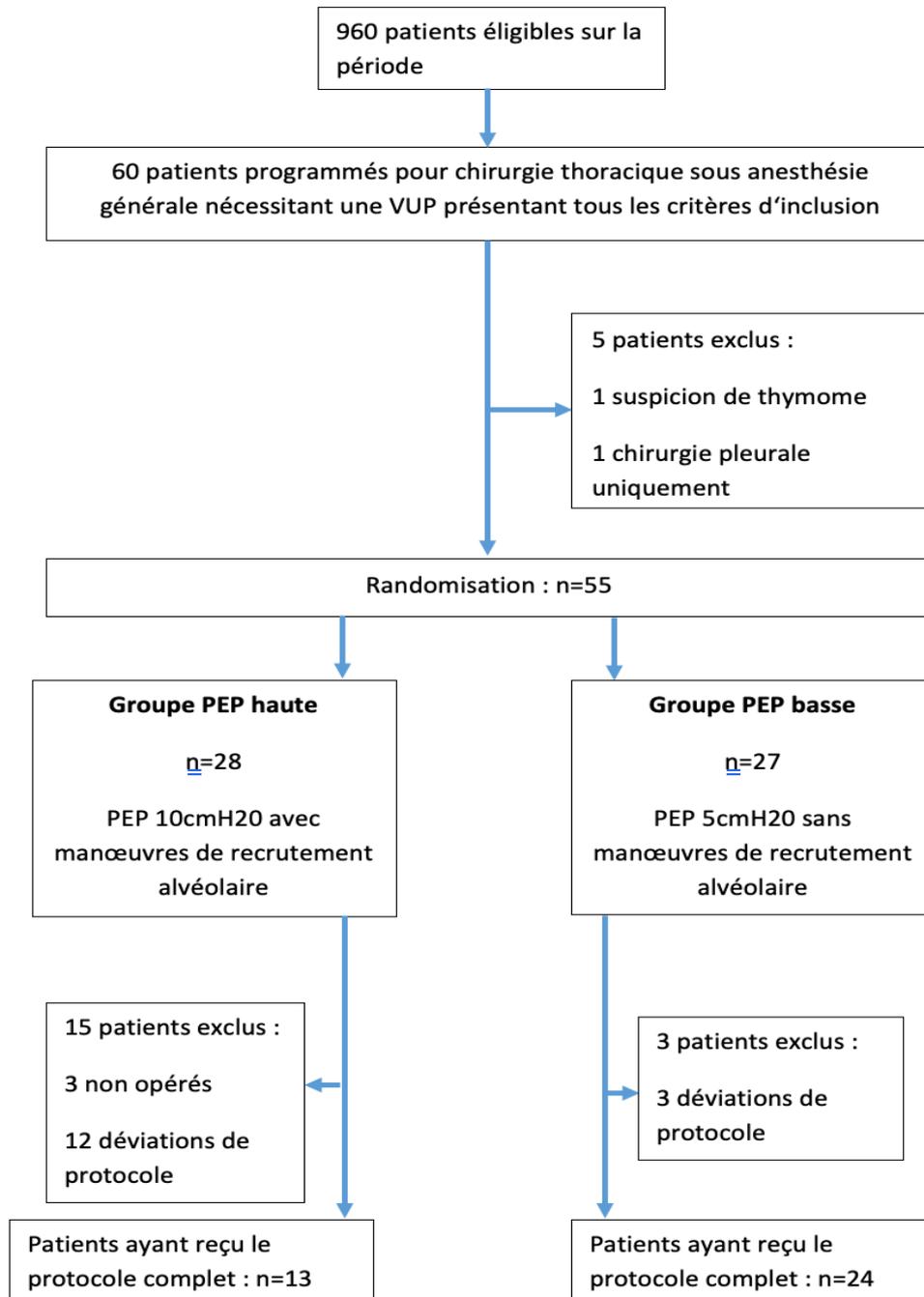


Figure 2 : Diagramme de flux

Abréviations : VUP : Ventilation uni-pulmonaire, BPCO : Broncho-pneumopathie chronique obstructive, EP : Embolie pulmonaire, PEP : Pression expiratoire positive

Caractéristiques cliniques des patients			
Caractéristiques	Groupe		p-value
	PEP haute n=28	PEP basse n=27	
Sexe			p=0,93
masculin	20(71%)	18(67%)	
féminin	8(29%)	9(33%)	
Âge (années)	64,9±9,4	65,4±10,1	p = 0.85
Taille (cm)	170,0±10,1	169,7±9,7	p = 0.93
Poids (kg)	73,7±13,5	77,8±15,5	p = 0.30
IMC (kg/m ²)	25,4±3,4	26,8±3,6	p = 0.15
Score ASA			p = 0.18
ASA I	2(7%)	2(7%)	
ASA II	22(79%)	15(55%)	
ASAIII	4(14%)	10(38%)	
Score ARISCAT			p = 0.93
faible	10(36%)	10(38%)	
modéré	16(55%)	14(51%)	
élevé	2(7%)	3(11%)	
Score MET			p = 0.61
<4	1(4%)	2(7%)	
≥4	24(96%)	27(93%)	
Insuffisance cardiaque	3(11%)	4(9%)	p = 0.70
Coronaropathie	6(21%)	8(30%)	p = 0.70
ACFA	2(7%)	3(11%)	p = 0.97
SAS	3(11%)	6(22%)	p = 0.43

Score STOP-BANG			p = 0.5
faible	14(56%)	9(43%)	
modéré	9(36%)	11(52%)	
élevé	2(8%)	1(5%)	
BPCO	12(43%)	7(26%)	p = 0.03818
Tabagisme			p = 0.75
jamais	3(11%)	5(19%)	
stoppé ≥ 2 mois	16(57%)	15(55%)	
actuel ou stoppé < 2 mois	9(32%)	7(26%)	
Diabète	3(11%)	6(22%)	p = 0.30
HTA	13(46%)	12(44%)	p = 1
Éthylisme			p = 1
0-2 verres/j	25(89%)	24(89%)	
>2 verres/j	3(11%)	3(11%)	

Caractéristiques spirométriques des patients			
Caractéristiques	Groupe		p-value
	PEP haute n=28	PEP basse n=27	
CVF(L)	3,47±0,82	3,12±0,68	p-value = 0.11
VEMS(L)	2,46±0,82	2,45±0,70	p-value = 0.96
VEMS/CVF (%)	69,8±9,7	77,1±10,7	p-value = 0.01788
CPT	6,64±1,34	6,24±1,30	p-value = 0.36

Tableau 1 : Caractéristiques pré-opératoires des patients (cliniques et spirométriques)

Les données sont présentées en moyenne \pm écart-type pour les variables quantitatives continues, et en nombre (pourcentage) pour les variables catégorielles.

Abréviations : PEP : Pression expiratoire positive, IMC : Indice de masse corporelle, ASA : American Society of Anesthesiologists, ARISCAT : Assess Respiratory Risk in Surgical Patients in Catalonia Score, MET : équivalents métaboliques, ACFA : Arythmie cardiaque par fibrillation auriculaire, SAS : Syndrome d'apnée du sommeil, STOP-BANG : Snoring-Tired-Observed apnea-Pressure-BMI-Age-Neck size-Gender, BPCO : Broncho-pneumopathie chronique obstructive, HTA : Hypertension artérielle, CVF : Capacité vitale forcée, VEMS : Volume expiratoire maximal en une seconde, CPT : Capacité pulmonaire totale

Caractéristiques liées à l'intervention			
Caractéristiques liées à l'intervention	PEP haute (n=25)	PEP basse (n=27)	p-value
anesthésie			
Durée anesthésie (mn)	234,6+41,6	216,7+62,2	p = 0.22
Durée VUP (mn)	135,8+45,8	123,0+53,4	p = 0.38
Durée VBP (mn)	104,2+24,0	96,2+31,4	p = 0.31
Remplissage vasculaire (mL)	1152+411	1089+469	p = 0.61
Saignement (mL)	135+126	193+226,1	p = 0.26
chirurgie			
Abord chirurgical			p = 0.91
thoroscopie	8 (32%)	9(33%)	
thoracotomie	15(60%)	17(63%)	
conversion	2(8%)	1(4%)	
Type de résection			p = 0.44
lobectomie	17(68%)	19(70%)	
segmentectomie	5(20%)	4(15%)	

wedge	1(4%)	4(15%)	
pneumectomie	1(4%)	0	
autre	1(4%)	0	
Durée de la chirurgie (mn)	157,4+-42,3	139,6+-61,8	p = 0.23

Tableau 2 : Caractéristiques des patients liées à l'intervention

Les données sont présentées en moyenne±écart-type pour les variables quantitatives continues, et en nombre(pourcentage) pour les variables catégorielles.

Critère de jugement principal			
	PEP haute (n=25)	PEP basse (n=27)	p-value
CPP dans les 5j post op	9(36%)	12(44%)	p= 0,58
PNPIN	1(4%)	1(4%)	p=1
IRESPsev	0	3(11%)	p=0,24
IRESpmo	2(8%)	5(19%)	p=0,42
SDRA	0	1(4%)	p=1
PNP	2(8%)	2(8%)	p=1
PTX	1(4%)	1(4%)	p=1
ATL	5(20%)	5(19%)	p=1
EPLEU	1(4%)	6(22%)	p=0,10
INFIL	4(16%)	1(4%)	p=0,55
FUITE	1(4%)	0	P=0,48
EP	1(4%)	0	p=0,48
HEMORR	0	0	

BRONCH	0	0	
--------	---	---	--

Tableau 3 : Résultats du critère de jugement principal

Les données sont présentées en moyenne±écart-type pour les variables quantitatives continues, et en nombre(pourcentage) pour les variables catégorielles.

Abréviations : PEP : Pression expiratoire positive, CPP : Complications pulmonaires post-opératoires, PNPIN : Pneumopathie d'inhalation, IRESPsev : Insuffisance respiratoire sévère, IRESPmod : Insuffisance respiratoire modérée, SDRA : Syndrome de détresse respiratoire aiguë, PNP : Pneumopathie, PTX : Pneumothorax, ATL : Atélectasie, EPLEU : 2panchement pleural, INFIL : Infiltrat pulmonaire, FUITE : Fuite aérienne prolongée, EP : Embolie pulmonaire, HEMORR : Hémorragie pulmonaire, BRONCH : Bronchospasme

Critères de jugements secondaires			
	PEP haute (n=25)	PEP basse (n=27)	p-value
CEP dans les 5j post op	12(48%)	10(37%)	p= 0.78
SIRS	9(36%)	10(37%)	p=1
SEPSIS	3(12%)	0	p=0,10
SVRSEPSIS	0	0	p=1
CHOC SEPTIQUE	0	1(4%)	p=1
INFECTIONS	0	0	
COMA	0	0	
SCA	1(4%)	0	p=0,48
IRA	0	2(8%)	p=1
AVC	0	1(4%)	p=1
Mortalité à J28	0	1(4%)	p= 1
Jsanshospit à J28	20,7+/-4,1	20,2(+/-5,7)	p=0,70

Tableau 4 : Résultats des critères de jugements secondaires

Les données sont présentées en moyenne±écart-type pour les variables quantitatives continues, et en nombre(pourcentage) pour les variables catégorielles.

Abréviations: PEP : Pression expiratoire positive, CEP : Complications extra-pulmonaires, SIRS : Syndrome de réponse inflammatoire systémique, SVRSEPSIS : Sepsis sévère, SCA : Syndrome coronarien aigu, IRA : Insuffisance Rénale Aigüe, Jsanshospit : Nombre de jours non hospitalisés

Critères de jugements secondaires (suite)*			
Rapport PaO ₂ /FiO ₂ et pression motrice aux temps clés de l'intervention	PEP haute	PEP basse	p-value
P/F en VBP à l'induction	281+- 134	345+- 121	0,19
[†] Pm en VBP à l'induction	9,1+-1,9	11,8+- 4,3	0,02
P/F en VBP en position finale	395+- 120	368+- 113	0,5
Pm en VBP en position finale	10,8+- 3,2	12,4+- 4,0	0,22
P/F à 10 mn du début de la VUP	213+-96	139+-46	0,12
[†] Pm à 10 mn du début de la VUP	9,8+-2,8	14,4+- 4,1	<0,01
P/F à 1h du début de la VUP	266+- 138	185+-87	0,12
[†] Pm à 1h du début de la VUP	10,2+- 2,5	14,9+- 5,6	<0,01
P/F à 2h du début de la VUP	205+-47	197+- 107	0,85

† Pm à 2h du début de la VUP	12,2+ 3,0	17,2+ 5,6	0,03
P/F en VBP à la fin de la chirurgie	378+ 133	301+ 87	0,08
Pm en VBP à la fin de la chirurgie	10,1+ 2,9	12,9+ 5,6	0,08

Tableau 5 : Résultats des critères de jugements secondaires (suite)

* Les patients inclus dans cette analyse sont ceux ayant reçu le protocole complet, sans déviations.

† Données pour lesquelles les résultats sont significatifs

Les données sont présentées en moyenne±écart-type pour les variables quantitatives continues, et en nombre(pourcentage) pour les variables catégorielles.

Abréviations : PEP : Pression expiratoire positive, P/F : PaO₂/FiO₂, Pm : Pression motrice, VBP : Ventilation bi-pulmonaire, VUP : Ventilation uni-pulmonaire.

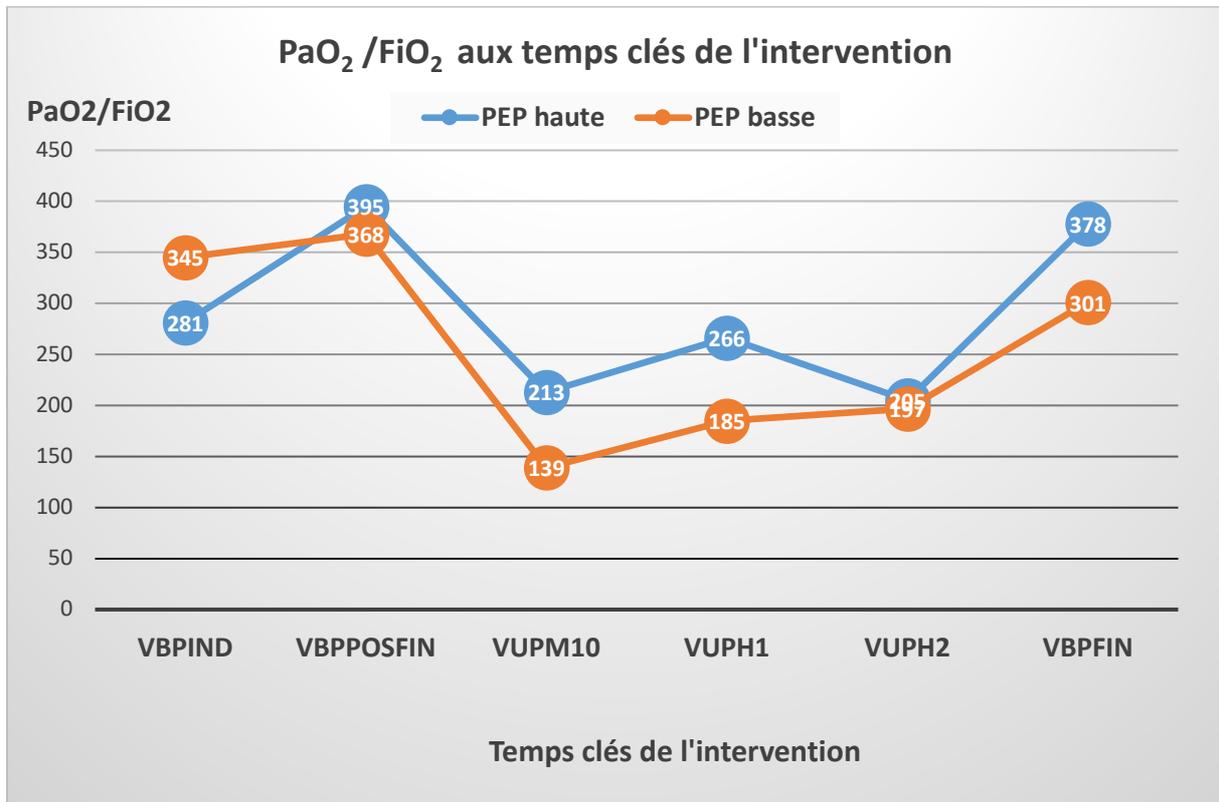


Figure 3 : rapport PaO₂/ FiO₂ aux temps clés de l'intervention dans les deux groupes

Abréviations : VBPIIND : En ventilation bi-pulmonaire à l'induction, VBPPPOSFIN : En ventilation bi-pulmonaire en position finale, VUPM10 : Dix minutes après le début de la ventilation uni-pulmonaire, VUPH1 : Une heure après le début de la ventilation uni-pulmonaire, VUPH2 : Deux heures après le début de la ventilation uni-pulmonaire, VBPFIN : En ventilation bi-pulmonaire à la fin de l'intervention

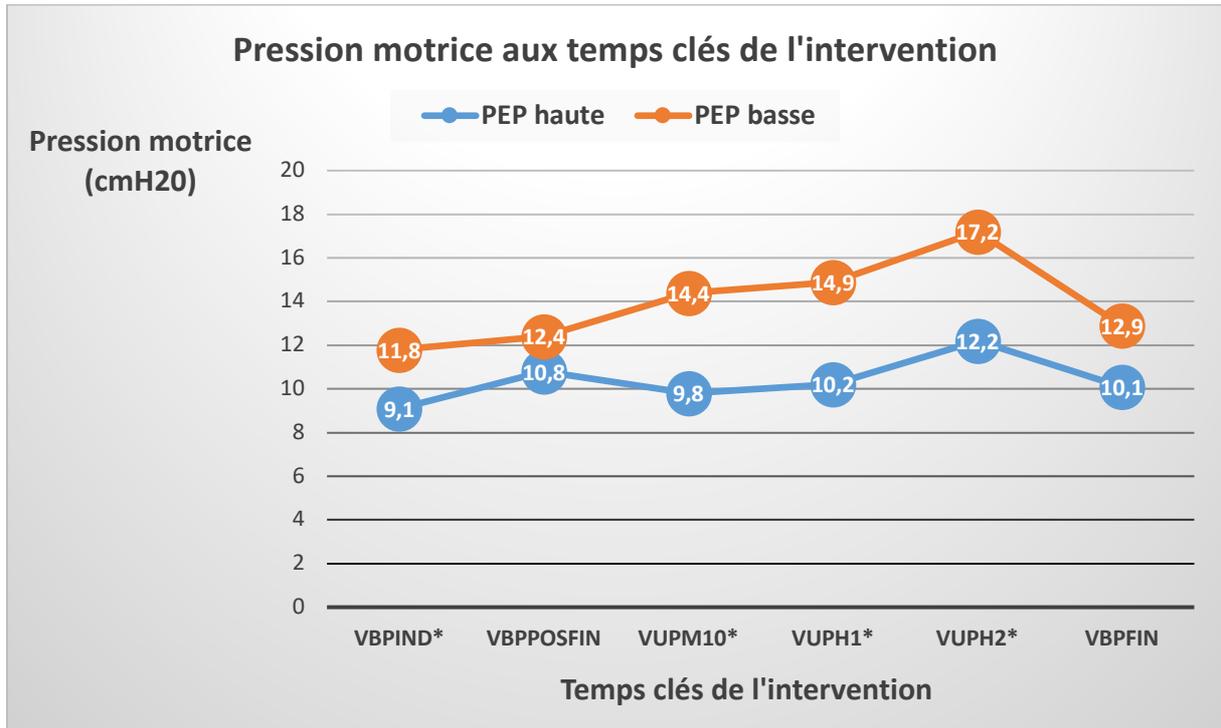


Figure 4 : Pression motrice aux temps clés de l'intervention dans les deux groupes

Abréviations : VBPIND : En ventilation bi-pulmonaire à l'induction, VBPPPOSFIN : En ventilation bi-pulmonaire en position finale, VUPM10 : Dix minutes après le début de la ventilation uni-pulmonaire, VUPH1 : Une heure après le début de la ventilation uni-pulmonaire, VUPH2 : Deux heures après le début de la ventilation uni-pulmonaire, VBPFIN : En ventilation bi-pulmonaire à la fin de l'intervention.

* : temps avec une différence statistiquement significative.

5 DISCUSSION

Cet essai contrôlé randomisé ne montre pas de différence significative entre les deux stratégies ventilatoires. Elle ne prouve donc pas le bénéfice de la stratégie avec PEP élevée et manœuvres de recrutement alvéolaires itératives quant à la survenue de CPP dans la chirurgie pulmonaire avec VUP. Cependant, les analyses des critères de jugements secondaires révèlent une amélioration de la pression motrice en ventilation uni et bi-pulmonaire dans le groupe PEP haute.

Les atouts de cette étude sont en premier lieu sont design, une étude prospective randomisée avec groupe contrôle, qui représente le niveau de preuve le plus élevé. La randomisation par blocs de permutation de taille aléatoire permet d'éviter des biais de sélection et diminue le caractère prévisible de l'allocation à l'un des deux groupes. De plus, la fréquence des CPP retrouvée dans notre étude (entre 36 et 44%) est semblable aux incidences retrouvées dans la littérature sur le sujet, dont des essais contrôlés randomisés et méta-analyses (de 25,8% à 33,9%) (15)(16) (17) (18). La fréquence légèrement supérieure s'explique probablement par une définition des CPP assez large dans notre étude, avec notamment la détresse respiratoire modérée qui correspond à une oxygénothérapie nécessaire $>2\text{L}/\text{mn}$, fréquemment atteinte dans les premiers jours post-opératoires de chirurgie thoracique, et non pris en compte dans d'autres études. Les résultats de notre étude sur la diminution de la pression motrice dans le groupe PEP haute présentent un intérêt clinique. En effet, une élévation de la pression motrice de 7cm d'H₂O a été rapportée comme étant un facteur de risque indépendant de mortalité chez les patients traités pour un SDRA en réanimation (19).

Cependant, ce travail présente plusieurs limites méthodologiques, avec en premier lieu un manque de puissance. Le nombre de sujet nécessaire calculé a priori dans l'étude PROTHOR est de 2378 patients, bien supérieur à nos 60 patients inclus. La probabilité de trouver un résultat significatif sur le critère de jugement principal était donc très faible, et l'intérêt de notre travail se situe davantage dans l'analyse des critères de jugements secondaires sur les paramètres ventilatoires. Concernant la différence significative de répartition des BPCO dans nos deux groupes, conséquence de ce manque de puissance, elle est à nuancer. En effet, l'antécédent de BPCO était considéré comme vrai si retenu par l'anesthésiste à la consultation pré-anesthésique, et non sur des critères objectifs aux explorations fonctionnelles respiratoires. On constate d'ailleurs que dans le groupe PEP haute, 4 patients classés BPCO ont en préopératoire un rapport VEMS/CVF $\geq 70\%$ (critère spirométrique rentrant dans la définition de la BPCO), contre aucun dans le groupe PEP basse. Une autre limite réside dans le nombre important de sorties du protocole, notamment dans le groupe PEP haute. Elles sont d'abord dues aux conséquences physiologiques de l'application d'une PEP élevée, avec 3 patients victimes d'une hypotension à la limite de la tolérance du clinicien, et 4 patients chez qui les manœuvres de recrutement et/ou la PEP élevée généraient des fuites aériennes trop importantes. Ceci génère un biais d'attrition en raison du plus grand nombre de déviation du protocole dans le groupe PEP haute. Ces événements soulèvent la question du prix à payer de cette stratégie ventilatoire, malgré l'absence de conséquences sur la mortalité dans l'analyse en intention de traiter. Par ailleurs, 2 patients opérés chirurgie par thoracoscopie robot-assistée dans le groupe PEP haute présentaient un défaut

d'exclusion pulmonaire, gênant le chirurgien pour opérer, ce qui nous a forcé à exclure localement en cours d'étude les patients opérés par cette technique. Concernant le critère de jugement principal, il s'agit d'un critère composite basé entre autres sur des critères radiologiques, donc opérateur dépendant. En outre, il n'y a pas de classification de la gravité de ces complications contrairement à d'autres études sur le même sujet(1)(18). Or la présence d'infiltrat pulmonaire à la radiologie n'a pas les mêmes conséquences pour le patient que la survenue d'une détresse respiratoire sévère ou d'une hémorragie pulmonaire. Concernant le choix de la stratégie de ventilation, le fait d'associer une PEP élevée et des manœuvres de recrutement alvéolaire ne permet pas de distinguer l'effet individuel de chacune de ces deux procédures.

Pour optimiser la mécanique respiratoire, les essais récents s'orientent vers un réglage individualisé des paramètres ventilatoires en chirurgie thoracique. Une étude descriptive prospective multicentrique récente suggère une diminution des CPP en chirurgie pulmonaire, en associant une manœuvre de recrutement alvéolaire suivie d'une titration de la PEP pour obtenir la meilleure compliance du système respiratoire en VUP (20). Un essai contrôlé randomisé multicentrique international est en cours pour valider cette hypothèse (21). A l'heure actuelle, les études contrôlées randomisées sur le sujet sont contradictoires, avec une étude montrant une amélioration de la mécanique respiratoire sans effets sur l'oxygénation per-opératoire avec une stratégie de PEP individualisée pour optimiser la compliance du système respiratoire (22), tandis qu'un autre essai montre une diminution des CPP en chirurgie thoracique avec une stratégie de PEP individualisée pour minimiser la pression motrice (23). Les recommandations internationales de 2019 sur la ventilation per-opératoire suggèrent, pour tout type de chirurgie, une PEP initiale réglée à 5 cmH₂O, puis titrée pour minimiser la pression motrice, sans plus de précisions (24).

Très récemment, le développement de technique de chirurgie thoracique en ventilation spontanée sans intubation trachéale pourrait constituer une avancée importante dans la gestion des voies aériennes en anesthésie. De nombreuses études voient le jour à ce sujet (25)(26)(27)(28), bien qu'aucune à l'heure actuelle n'ait de niveaux de preuve suffisant pour modifier les recommandations de prise en charge.

6 CONCLUSION

Dans cette étude, l'application per-opératoire d'un niveau de PEP à 10 cmH₂O et de manœuvres de recrutement, en comparaison à une PEP à 5 cmH₂O sans manœuvres de recrutement, ne modifie pas de façon significative la survenue de complications pulmonaires post-opératoires dans les 5 jours suivant une chirurgie thoracique nécessitant une ventilation uni-pulmonaire. D'autres études avec un effectif plus important sont nécessaires pour déterminer le bénéfice ou non d'une stratégie de ventilation pulmonaire avec PEP élevée et manœuvres de recrutement alvéolaire itératives, sans oublier l'impact hémodynamique et les complications chirurgicales potentielles liées à une telle stratégie, retrouvées dans notre travail.

THESE SOUTENUE PAR M. BEAUFRERE NICOLAS

CONCLUSIONS

Les complications pulmonaires post-opératoires (CPP) ont un impact significatif sur la morbidité et mortalité des patients. Parmi les facteurs de risque de CPP, on trouve le type de chirurgie et notamment la chirurgie thoracique, mais également la gestion de la ventilation per-opératoire. Nous avons conçu cette étude pour comparer une stratégie de ventilation protectrice avec PEP élevée et manœuvre de recrutement alvéolaire, à une ventilation protectrice avec PEP basse sans manœuvres de recrutement alvéolaire, dans la prévention des complications pulmonaires en chirurgie thoracique programmée nécessitant une ventilation uni-pulmonaire.

Nous avons conduit cette étude contrôlée randomisée entre juillet 2019 et juin 2022, incluant 60 patients programmés pour une chirurgie pulmonaire. Les patients étaient randomisés en deux groupes : PEP_h (PEP à 10 cmH₂O et manœuvres de recrutement alvéolaire) et PEP_b (PEP à 5 sans manœuvres). Les caractéristiques des patients, les données per-opératoires et les complications post-opératoires étaient recueillies. Le critère de jugement principal (CJP) était la survenue de CPP dans les 5 premiers jours post-opératoires. Les critères de jugements secondaires (CJS) étaient la mortalité à J28, les complications extra-pulmonaires (CEP) dans les 5 premiers jours post-opératoires, le nombre de jours sans hospitalisation dans les 28 suivant la chirurgie, le rapport PaO₂/FIO₂ et la pression motrice en per opératoire.

Cinquante-cinq patients ont été randomisés, 28 dans le groupe PEP_h et 27 dans le groupe PEP_b. Dans le groupe PEP_h, 36% des patients ont présenté des CPP, contre 44% dans le groupe PEP_b (p=0,58). Concernant les autres résultats, 48% des patients ont présenté des CEP dans le groupe PEP_h, contre 38% dans le groupe PEP_b (p=0,78). Il n'y avait pas de différence statistiquement significative sur la mortalité à J28 (0% dans le groupe PEP_h contre 4% dans le groupe PEP_b ; p=1) ni sur le nombre de jours sans hospitalisations à J28 (p=0,70). Pas de différence significative non plus sur le rapport PaO₂/FIO₂, mais une diminution de la pression motrice à plusieurs temps clés de l'intervention dans le groupe PEP_h (9,1±1,9 dans le groupe PEP_h contre 11,8±4,3 dans le groupe PEP_b, p=0,02 à l'induction anesthésique; 9,8±2,8 dans le groupe PEP_h contre 14,4±4,1 dans le groupe PEP_b, p<0,01 10mn après l'exclusion pulmonaire; 10,2±2,5 dans le groupe PEP_h contre 14,9±5,6 dans le groupe PEP_b, p<0,01 à 1h de l'exclusion pulmonaire; 12,2±3,0 dans le groupe PEP_h contre 17,2±5,6 dans le groupe PEP_b, p=0,03 à 2h de l'exclusion pulmonaire).

Dans notre étude, l'application per-opératoire d'un niveau de PEP à 10cm d'H₂O et de manœuvres de recrutement, en comparaison à une PEP à 5cm d'H₂O sans manœuvres de recrutement, ne modifie pas de façon significative la survenue de complications pulmonaires post-opératoires dans les 5 jours suivant une chirurgie pulmonaire. Concernant la diminution de la pression motrice retrouvée dans le groupe PEP_h, elle suggère que cette stratégie de ventilation protège davantage le poumon, mais ne doit pas faire oublier les complications hémodynamiques et chirurgicales liées à l'utilisation de niveaux de PEP élevés.

Le Président du jury,

Vu et permis d'imprimer
Dijon, le 25 Août 2022
Le Doyen

Pr. B. BOUHEMAD



Pr. M. MAYNADIÉ



7 BIBLIOGRAPHIE

1. Futier E, Constantin JM, Paugam-Burtz C, Pascal J, Eurin M, Neuschwander A, et al. A Trial of Intraoperative Low-Tidal-Volume Ventilation in Abdominal Surgery. *N Engl J Med.* août 2013;369(5):428-37.
2. Serpa Neto A, Hemmes SNT, Barbas CSV, Beiderlinden M, Fernandez-Bustamante A, Futier E, et al. Incidence of mortality and morbidity related to postoperative lung injury in patients who have undergone abdominal or thoracic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Respir Med.* déc 2014;2(12):1007-15.
3. Canet J, Gallart L, Gomar C, Paluzie G, Vallès J, Castillo J, et al. Prediction of postoperative pulmonary complications in a population-based surgical cohort. *Anesthesiology.* déc 2010;113(6):1338-50.
4. Mazo V, Sabaté S, Canet J, Gallart L, de Abreu MG, Belda J, et al. Prospective external validation of a predictive score for postoperative pulmonary complications. *Anesthesiology.* août 2014;121(2):219-31.
5. Güldner A, Kiss T, Serpa Neto A, Hemmes SNT, Canet J, Spieth PM, et al. Intraoperative protective mechanical ventilation for prevention of postoperative pulmonary complications: a comprehensive review of the role of tidal volume, positive end-expiratory pressure, and lung recruitment maneuvers. *Anesthesiology.* sept 2015;123(3):692-713.
6. Slutsky AS, Ranieri VM. Ventilator-induced lung injury. *N Engl J Med.* 28 nov 2013;369(22):2126-36.
7. Li J, Cai B, Yu D, Liu M, Wu X, Rong J. Pressure-Controlled Ventilation-Volume Guaranteed Mode Combined with an Open-Lung Approach Improves Lung Mechanics, Oxygenation Parameters, and the Inflammatory Response during One-Lung Ventilation: A Randomized Controlled Trial. *BioMed Res Int.* 2020;2020:1403053.
8. Severgnini P, Selmo G, Lanza C, Chiesa A, Frigerio A, Bacuzzi A, et al. Protective mechanical ventilation during general anesthesia for open abdominal surgery improves postoperative pulmonary function. *Anesthesiology.* juin 2013;118(6):1307-21.
9. Futier E, Constantin JM, Paugam-Burtz C, Pascal J, Eurin M, Neuschwander A, et al. A trial of intraoperative low- tidal-volume ventilation in abdominal surgery. *N Engl J Med.* 1 août 2013;369(5):428-37.
10. PROVE Network Investigators for the Clinical Trial Network of the European Society of

Anaesthesiology, Hemmes SNT, Gama de Abreu M, Pelosi P, Schultz MJ. High versus low positive end-expiratory pressure during general anaesthesia for open abdominal surgery (PROVHILO trial): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet Lond Engl.* 9 août 2014;384(9942):495-503.

11. Writing Committee for the PROBESE Collaborative Group of the PROtective VEntilation Network (PROVEnet) for the Clinical Trial Network of the European Society of Anaesthesiology, Bluth T, Serpa Neto A, Schultz MJ, Pelosi P, Gama de Abreu M, et al. Effect of Intraoperative High Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) With Recruitment Maneuvers vs Low PEEP on Postoperative Pulmonary Complications in Obese Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 18 juin 2019;321(23):2292-305.
12. Kozian A, Schilling T, Fredén F, Maripuu E, Röcken C, Strang C, et al. One-lung ventilation induces hyperperfusion and alveolar damage in the ventilated lung: an experimental study. *Br J Anaesth.* avr 2008;100(4):549-59.
13. Tusman G, Böhm SH, Sipmann FS, Maisch S. Lung recruitment improves the efficiency of ventilation and gas exchange during one-lung ventilation anesthesia. *Anesth Analg.* juin 2004;98(6):1604-9.
14. Kiss T, Wittenstein J, Becker C, Birr K, Cinnella G, Cohen E, et al. Protective ventilation with high versus low positive end-expiratory pressure during one-lung ventilation for thoracic surgery (PROTHOR): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 11 avr 2019;20(1):213.
15. Paul S, Jalbert J, Isaacs AJ, Altorki NK, Isom OW, Sedrakyan A. Comparative effectiveness of robotic-assisted vs thoracoscopic lobectomy. *Chest.* déc 2014;146(6):1505-12.
16. Suzuki K, Saji H, Aokage K, Watanabe SI, Okada M, Mizusawa J, et al. Comparison of pulmonary segmentectomy and lobectomy: Safety results of a randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* sept 2019;158(3):895-907.
17. Louie BE, Wilson JL, Kim S, Cerfolio RJ, Park BJ, Farivar AS, et al. Comparison of Video-Assisted Thoracoscopic Surgery and Robotic Approaches for Clinical Stage I and Stage II Non-Small Cell Lung Cancer Using The Society of Thoracic Surgeons Database. *Ann Thorac Surg.* sept 2016;102(3):917-24.
18. Salati M, Refai M, Pompili C, Xiumè F, Sabbatini A, Brunelli A. Major morbidity after lung resection: a comparison between the European Society of Thoracic Surgeons Database system and the Thoracic Morbidity and Mortality system. *J Thorac Dis.* juin 2013;5(3):217-22.
19. Amato MBP, Meade MO, Slutsky AS, Brochard L, Costa ELV, Schoenfeld DA, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 19 févr 2015;372(8):747-55.
20. iPROVE Network investigators, Belda J, Ferrando C, Garutti I. The Effects of an Open-Lung Approach During One-Lung Ventilation on Postoperative Pulmonary Complications and Driving Pressure: A Descriptive, Multicenter National Study. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* déc

2018;32(6):2665-72.

21. Carramiñana A, Ferrando C, Unzueta MC, Navarro R, Suárez-Sipmann F, Tusman G, et al. Rationale and Study Design for an Individualized Perioperative Open Lung Ventilatory Strategy in Patients on One-Lung Ventilation (iPROVE-OLV). *J Cardiothorac Vasc Anesth.* sept 2019;33(9):2492-502.
22. Xu D, Wei W, Chen L, Li S, Lian M. Effects of different positive end-expiratory pressure titrating strategies on oxygenation and respiratory mechanics during one-lung ventilation: a randomized controlled trial. *Ann Palliat Med.* févr 2021;10(2):1133-44.
23. Park M, Ahn HJ, Kim JA, Yang M, Heo BY, Choi JW, et al. Driving Pressure during Thoracic Surgery: A Randomized Clinical Trial. *Anesthesiology.* mars 2019;130(3):385-93.
24. Young CC, Harris EM, Vacchiano C, Bodnar S, Bukowy B, Elliott RRD, et al. Lung-protective ventilation for the surgical patient: international expert panel-based consensus recommendations. *Br J Anaesth.* déc 2019;123(6):898-913.
25. Wen Y, Liang H, Qiu G, Liu Z, Liu J, Ying W, et al. Non-intubated spontaneous ventilation in video-assisted thoracoscopic surgery: a meta-analysis. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg.* 1 mars 2020;57(3):428-37.
26. Prisciandaro E, Bertolaccini L, Sedda G, Spaggiari L. Non-intubated thoracoscopic lobectomies for lung cancer: an exploratory systematic review and meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 1 oct 2020;31(4):499-506.
27. Gonzalez-Rivas D, Bonome C, Fieira E, Aymerich H, Fernandez R, Delgado M, et al. Non-intubated video-assisted thoracoscopic lung resections: the future of thoracic surgery? *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg.* mars 2016;49(3):721-31.
28. Deng HY, Zhu ZJ, Wang YC, Wang WP, Ni PZ, Chen LQ. Non-intubated video-assisted thoracoscopic surgery under loco-regional anaesthesia for thoracic surgery: a meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* juill 2016;23(1):31-40.

8 ANNEXES

8.1 Définitions

Définition : complications pulmonaires post-opératoires (CPP)

Sont considérées comme CPP la survenue dans les 5 jours suivants l'intervention de :

- Détresse respiratoire modérée ($SpO_2 < 90\%$ pendant 10 mn en air ambiant, corrigée par une oxygénothérapie $> 2L/mn$)
- Détresse respiratoire sévère : nécessité de ventilation non-invasive ou invasive en raison d'un défaut d'oxygénation
- Syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) selon les critères de Berlin
- Pneumopathie : nouvel ou majoration. D'un infiltrat +2 critères parmi : antibiothérapie, fièvre définie comme température $> 38^\circ C$, hyperleucocytose ($GB > 12G/L$) ou leucopénie ($GB < 4G/L$), sécrétions purulentes
- Pneumopathie d'inhalation : pneumopathie après inhalation de contenu gastrique
- Atélectasie (opacité pulmonaire à la radiographie pulmonaire avec attraction du tissu ou des organes à proximité de la zone atteinte)
- Épanchement pleural (opacité à la radiographie pulmonaire effaçant le cul de de sac pleural dans un hémithorax)
- Pneumothorax (présence d'air dans l'espace pleural en radiographie pulmonaire ou en échographie)
- Infiltrat pulmonaire (infiltrat radiologique uni ou bilatéral sans autres signes)
- Fuite d'air prolongé nécessitant au moins 5 jours de drainage pleural
- Embolie pulmonaire (documentée à l'angioscanner ou en scintigraphie ventilation-perfusion)
- Hémorragie pulmonaire (saignement par les drains pleuraux nécessitant une réintervention, ou transfusion de > 3 culots globulaires)
- Bronchospasme (apparition de sibilants expiratoires nécessitant un traitement par bronchodilatateurs)

Définition : complications extra-pulmonaires post-opératoires (CEP)

Sont considérées comme CEP la survenue dans les 5 jours suivants l'intervention de :

- Syndrome de réponse inflammatoire systémique (SIRS) défini par la survenue de ≥ 2 critères parmi : température $< 36^\circ C$ ou $> 38^\circ C$, fréquence cardiaque $> 90bpm$, fréquence respiratoire $> 22/mn$, leucopénie ou hyperleucocytose (voir CPP)

- Sepsis : survenue d'un SIRS en réponse à un processus infectieux documenté
- Sepsis sévère : SEPSIS se compliquant d'une dysfonction d'organe, d'une hypoperfusion (lactatémie >2mmol/L) ou d'une hypotension (Pam<65mmHg)
- Choc septique : sepsis et hypoperfusion (lactatémie>2mmol/L) ou hypotension (Pam<65mmHg) réfractaire malgré remplissage vasculaire approprié
- Infection extra-pulmonaire
- Coma défini par un score de Glasgow ≤ 8
- Infarctus du myocarde (association d'une élévation des troponines sanguines et de signes d'ischémie à l'électrocardiogramme, en imagerie, ou d'une mort subite).
- Insuffisance rénale aigue selon la classification de KDIGO
- Accident vasculaire cérébral (AVC) : signes cliniques d'AVC >24h et signes correspondants en imagerie cérébrale

Critères de Berlin : présence dans les 7 jours suivant une pathologie pulmonaire ou extra-pulmonaire aigüe de l'association d'une hypoxémie aigüe définie par un rapport $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$ mmHg chez un patient ventilé avec une pression expiratoire positive de 5 cmH₂O au moins, ainsi que d'infiltrats radiologiques bilatéraux non entièrement expliqués par une insuffisance cardiaque ou une surcharge volémique).

Score de Glasgow : échelle allant de 3 (coma profond) à 15 (personne parfaitement consciente), et qui s'évalue sur trois critères :

- Ouverture des yeux
- Réponse verbale
- Réponse motrice
- Chaque critère reçoit une note ; le total global est la somme de ces notes, mais les notes individuelles doivent être également considérées. Par exemple, une personne muette aura toujours une réponse verbale de 1 même s'il est parfaitement conscient, son total maximal sera alors de 11 et non pas de 15. De tels éléments complémentaires sont indispensables pour une évaluation neurologique correcte.

Classification KDIGO : Une insuffisance rénale aigue se définit par la présence d'au moins 1 des 3 critères diagnostiques suivants :

- Augmentation de la créatinine plasmatique $\geq 26,5$ $\mu\text{mol/L}$ en 48 h
- Augmentation de la créatinine plasmatique $\geq 1,5$ fois la valeur de base au cours des 7 derniers jours
- Diurèse < 0,5 ml/kg/h pendant 6 h

Stade IRA	Créatininémie	Diurèse
1	× 1,5 - 1,9 fois la créatinine de base en 7 jours OU $\geq 26,5$ $\mu\text{mol/L}$ en 48 h	< 0,5 ml/kg/h pendant 6 à 12 h
2	× 2,0 – 2,9 fois la créatinine de base	< 0,5 ml/kg/h pendant plus de 12 h
3	× 3,0 fois la créatinine de base OU Augmentation de la créatinine ≥ 354 $\mu\text{mol/L}$ ou Mise en place d'une épuration extra-rénale	< 0,3 ml/kg/h pendant plus de 24 h ou Anurie pendant plus de 12 h

VENTILATION PROTECTRICE EN CHIRURGIE THORACIQUE : UNE ETUDE RANDOMISEE CONTROLEE

AUTEUR : BEAUFRERE NICOLAS

RESUME :

Les complications pulmonaires post-opératoires (CPP) ont un impact significatif sur la morbidité et mortalité des patients. Parmi les facteurs de risque de CPP, on trouve le type de chirurgie et notamment la chirurgie thoracique, mais également la gestion de la ventilation per-opératoire. Nous avons conçu cette étude pour comparer une stratégie de ventilation protectrice avec PEP élevée et manœuvre de recrutement alvéolaire, à une ventilation protectrice avec PEP basse sans manœuvres de recrutement alvéolaire, dans la prévention des complications pulmonaires en chirurgie thoracique programmée nécessitant une ventilation uni-pulmonaire.

Nous avons conduit cette étude contrôlée randomisée entre juillet 2019 et juin 2022, incluant 60 patients programmés pour une chirurgie pulmonaire. Les patients étaient randomisés en deux groupes : PEP_H (PEP à 10 cmH₂O et manœuvres de recrutement alvéolaire) et PEP_B (PEP à 5 sans manœuvres). Les caractéristiques des patients, les données per-opératoires et les complications post-opératoires étaient recueillies. Le critère de jugement principal (CJP) était la survenue de CPP dans les 5 premiers jours post-opératoires. Les critères de jugements secondaires (CJS) étaient la mortalité à J28, les complications extra-pulmonaires (CEP) dans les 5 premiers jours post-opératoires, le nombre de jours sans hospitalisation dans les 28 suivant la chirurgie, le rapport PaO₂/FiO₂ et la pression motrice en per opératoire.

Cinquante-cinq patients ont été randomisés, 28 dans le groupe PEP_H et 27 dans le groupe PEP_B. Dans le groupe PEP_H, 36% des patients ont présenté des CPP, contre 44% dans le groupe PEP_B (p=0,58). Concernant les autres résultats, 48% des patients ont présenté des CEP dans le groupe PEP_H, contre 38% dans le groupe PEP_B (p=0,78). Il n'y avait pas de différence statistiquement significative sur la mortalité à J28 (0% dans le groupe PEP_H contre 4% dans le groupe PEP_B ; p=1) ni sur le nombre de jours sans hospitalisations à J28 (p=0,70). Pas de différence significative non plus sur le rapport PaO₂/FiO₂, mais une diminution de la pression motrice à plusieurs temps clés de l'intervention dans le groupe PEP_H (9,1±1,9 dans le groupe PEP_H contre 11,8±4,3 dans le groupe PEP_B, p=0,02 à l'induction anesthésique; 9,8±2,8 dans le groupe PEP_H contre 14,4±4,1 dans le groupe PEP_B, p<0,01 10mn après l'exclusion pulmonaire; 10,2±2,5 dans le groupe PEP_H contre 14,9±5,6 dans le groupe PEP_B, p<0,01 à 1h de l'exclusion pulmonaire; 12,2±3,0 dans le groupe PEP_H contre 17,2±5,6 dans le groupe PEP_B, p=0,03 à 2h de l'exclusion pulmonaire).

Dans notre étude, l'application per-opératoire d'un niveau de PEP à 10 cmH₂O et de manœuvres de recrutement, en comparaison à une PEP à 5 cmH₂O sans manœuvres de recrutement, ne modifie pas de façon significative la survenue de complications pulmonaires post-opératoires dans les 5 jours suivant une chirurgie pulmonaire. Concernant la diminution de la pression motrice retrouvée dans le groupe PEP_H, elle suggère que cette stratégie de ventilation protège davantage le poumon, mais ne doit pas faire oublier les complications hémodynamiques et chirurgicales liées à l'utilisation de niveaux de PEP élevés.

MOTS-CLES : COMPLICATIONS PULMONAIRES, VENTILATION PROTECTRICE, PRESSION EXPIRATOIRE POSITIVE, MANŒUVRE DE RECRUTEMENT ALVEOLAIRE