



**HAL**  
open science

# Évaluation des pratiques professionnelles à propos de la ventilation mécanique au bloc opératoire au CHU de Bordeaux : une étude clinique prospective observationnelle de type avant après

Eva Noël

## ► To cite this version:

Eva Noël. Évaluation des pratiques professionnelles à propos de la ventilation mécanique au bloc opératoire au CHU de Bordeaux : une étude clinique prospective observationnelle de type avant après. Médecine humaine et pathologie. 2018. dumas-02074376

**HAL Id: dumas-02074376**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02074376>**

Submitted on 20 Mar 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Évaluation des pratiques professionnelles à propos de la ventilation mécanique au bloc opératoire au CHU de Bordeaux : une étude clinique prospective observationnelle de type avant après

Eva Noël

► **To cite this version:**

Eva Noël. Évaluation des pratiques professionnelles à propos de la ventilation mécanique au bloc opératoire au CHU de Bordeaux : une étude clinique prospective observationnelle de type avant après. Médecine humaine et pathologie. 2018. <dumas-02074376>

**HAL Id: dumas-02074376**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02074376>**

Submitted on 20 Mar 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**U.F.R des Sciences Médicales**

Année 2018

Thèse n° 3106

Thèse pour l'obtention du

**DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

Spécialité Anesthésie-Réanimation

Présentée et soutenue le 15 Octobre 2018

Par **Eva NOËL**

Née le 3 août 1989 à Bordeaux (33)

**Évaluation des pratiques professionnelles à propos de la ventilation  
mécanique au bloc opératoire au CHU de Bordeaux : une étude clinique  
prospective observationnelle de type avant après**

**Directeur de Thèse**

Monsieur le Docteur Jean-Claude PAUCHARD

**Rapporteur**

Monsieur le Professeur Vincent MINVILLE

**Jury**

Madame de le Professeur Karine NOUETTE-GAULAIN	Présidente
Monsieur le Professeur Alexandre OUATTARA	Juge
Monsieur le Professeur Matthieu BIAIS	Juge
Madame le Docteur Barbara BLONDEAU	Juge
Monsieur le Docteur Hugues DE COURSON	Juge
Monsieur le Docteur Jean-Claude PAUCHARD	Juge

### **Évaluation des pratiques professionnelles à propos de la ventilation mécanique au bloc opératoire au CHU de Bordeaux : une étude clinique prospective observationnelle de type avant après**

**Objectif :** L'objectif principal de cette étude était d'observer l'effet d'une intervention d'amélioration avec retour sur expérience sur les paramètres de ventilation mécanique au bloc opératoire.

**Méthode :** Cinq cent trente cinq patients adultes d'anesthésie polyvalente ont été inclus dans cette étude observationnelle avant-après. Entre l'évaluation avant-après, avait lieu une phase d'action d'amélioration et de retour sur expérience. Elle s'adressait au personnel médical et paramédical impliqué dans l'anesthésie au bloc opératoire à travers des fiches mémo, des mails d'information, des réunions. Le critère de jugement principal était l'augmentation de l'utilisation d'un Vt protecteur entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal associé à une PEP  $\geq$  6 cmH<sub>2</sub>O (Vt/PEP+).

**Résultats :** La proportion de Vt / PEP + passait de 15,4% à 54% entre les phases I et II, soit une amélioration de 38,6%, avec  $p < 0,001$ . La réalisation des manœuvres de recrutement alvéolaire augmentait entre les phases I et II de façon statistiquement significative  $p < 0,001$ .

**Conclusion :** Cette étude a permis une amélioration de nos pratiques en ventilation au bloc opératoire. Plus que l'implémentation d'un protocole, une sensibilisation et une réflexion autour du concept de ventilation protectrice a été amorcée dans notre structure.

---

**Mots-clés :** évaluation des pratiques professionnelles, ventilation mécanique, anesthésie

---

### **Audit and feedback about intraoperative mechanical ventilation in Bordeaux University Hospital : a clinical prospective observational before – after study**

**Objective :** The main objective of this study was to observe the effect of an improvement intervention with feedback on mechanical ventilation parameters in the operating room.

**Methods :** Five hundred and thirty-five adult patients with polyvalent anesthesia were included in this before-and-after observational study. Between the before and after evaluation, there was a phase of improvement and feedback action. It was addressed to medical and paramedical staff involved in anaesthesia in the operating room through memo cards, information emails and meetings. The primary endpoint was to increase the use of a protective Vt between 6 to 8 mL/kg ideal weight associated with a PEP  $\geq$  6 cmH<sub>2</sub>O (Vt/PEP+).

**Results :** The proportion of Vt / PEP + increased from 15.4% to 54% between phases I and II, representing an improvement of 38.6%, with  $p < 0.001$ . The use of alveolar recruitment manoeuvres increased between phases I and II in a statistically significant way  $p < 0.001$ .

**Conclusion :** This study has led to an improvement in our ventilation practices in the operating room. More than the implementation of a protocol, awareness and discussion around the concept of protective ventilation has been initiated in our structure.

**Mots-clés :** audit, mechanical ventilation, anesthesia

---

## REMERCIEMENTS

---

### **À Madame le Professeur Karine NOUETTE-GAULAIN, Président du Jury**

Vous me faites l'honneur de présider mon jury de thèse. Depuis le commencement vous avez cru en ce travail, et m'avez accordé votre confiance pour le mettre en œuvre. Je vous remercie pour votre énergie communicative, votre direction bienveillante, votre disponibilité tout au long de ces cinq années d'internat. Bénéficier de votre encadrement tant académique qu'humain fut une chance. Malgré vos nombreuses obligations, le souci que vous portez au bien être professionnel et personnel de chacun de vos internes est un exemple. Soyez assurée de ma reconnaissance et de mon profond respect.

### **À Monsieur le Professeur Vincent MINVILLE, Rapporteur**

Je vous remercie d'avoir accepté de rapporter mon travail de thèse avec enthousiasme et efficacité. Soyez assuré de toute ma reconnaissance.

### **À Monsieur le Professeur Alexandre OUATTARA, Membre du Jury**

Vous me faites l'honneur de juger mon travail de thèse. J'ai moins travaillé à vos côtés au sein des services, que lors des réunions organisant le DESAR. Merci pour votre disponibilité, votre implication et compétence pédagogique et scientifique, votre coordination et votre écoute. Soyez assuré de tout mon respect et ma reconnaissance.

### **À Monsieur le Professeur Matthieu BIAIS, Membre du Jury**

Je suis honorée que tu aies accepté de juger mon travail de thèse. Merci de m'avoir accueillie et formée au sein de ton service, avec toute la patience et la réassurance dont j'avais besoin à ce moment de mon parcours. J'admire tes qualités universitaires, cliniques, sans oublier humoristiques, depuis la première fois que j'ai croisé ta route, en tant qu'externe de garde au déchocage. Sois assuré de mon estime la plus sincère.

**À Madame le Docteur Barbara BLONDEAU, Membre du Jury**

Merci d'avoir accepté de participer à ce jury de thèse. Travailler et apprendre à tes côtés au sein de l'équipe du BURG/déchoc fut un bonheur. Tu représentes le médecin que j'aimerais devenir. Au delà des tes compétences médicales, tes qualités humaines et tes mots bienveillants m'ont marquée. Sincèrement, merci pour tout.

**À Monsieur le Docteur Hugues DE COURSON, Membre du Jury**

Je suis heureuse que tu aies accepté de participer à ce jury de thèse. Merci d'avoir été aussi disponible, patient et persévérant, pour m'aider à mener à bien mes travaux de mémoire et thèse. Merci pour ta gentillesse, ton humilité et ta compétence. Avec toute ma reconnaissance et mes sentiments affectueux.

**À Monsieur le Docteur Jean-Claude PAUCHARD, Directeur de Thèse et Membre du Jury**

Tu m'auras portée et supportée tout au long de ce travail. Mémoire et Thèse, double peine pour toi. Travailler à tes côtés est dynamisant et résolument moderne. Toujours disponible et réactif, même le dimanche en famille, tu as répondu présent à tous mes SOS. Ton soutien et tous tes encouragements m'ont donné l'énergie nécessaire à l'aboutissement de ce travail. Sois assuré de toute ma reconnaissance et mon amitié sincère.

**À Monsieur le Professeur Emmanuel FUTIER**

Vous nous avez fait l'honneur d'un déplacement Bordelais. Merci du soutien que vous avez apporté à ce travail à travers votre présence lors de cette soirée qui fut riche d'enseignements.

**À toutes les équipes médicales et paramédicales du CHU de Bordeaux qui ont permis la réalisation de ce travail et l'ont accueilli avec enthousiasme.** Merci aux équipes du CFXM, de la maternité, d'orthopédie, d'urologie et vasculaire, du bloc des urgences, du bloc pédiatrique, de neurochirurgie.

## **À ma famille.**

À mes parents, depuis toujours d'un soutien indéfectible et d'un amour inconditionnel.

À ma Maman, pour ton accompagnement de chaque instant, pour tous les mots si justes, pour ton énergie débordante. Pour ces moments difficiles où tu es la lumière qui me permet de garder le cap.

À mon Papa, pour ces mercredis d'enfance à la danse, ces dimanches au poney, les après-midi à naviguer ou à cuisiner. Pour m'avoir légué ce merveilleux fauteuil Knoll qui a près de 40 années de médecine au compteur. Pour m'avoir appris à savourer les bonheurs simples d'une vie, qui a tout moment peut basculer. Pour ta sagesse que j'espère un jour approcher.

Si ce jour est une réussite, c'est aussi grandement la votre.

À mon Bobby. Pour ton soutien quand je pensais ne jamais y arriver, pour être le meilleur des dog-sitter, pour supporter mon manque de confiance en moi, parce que tu rends ma vie plus douce et plus colorée, et pour toutes ces choses du quotidien qui signifient bien plus que les mots. Je suis impatiente de continuer la route entamée, depuis plus de deux ans déjà, à tes côtés.

À ma belle-sœur Nadia, pour ta douceur, ton accueil toujours chaleureux, ton sourire solaire. À ton Alex et ton Denis. J'espère partager encore beaucoup de beaux moments avec vous.

À mes grands parents.

À Mamie Suzette, pour ton délicieux aux pommes, pour les vacances à Arjuzanx avec Jimbu, pour ne pas m'avoir caftée à maman à l'époque.

À Mamie Françoise et Bon Papa, je me souviens de ces années si douces avec les cousins à La Tranche, entre deux cours de voile et une après-midi au Club Mickey. L'innocence et l'insouciance de l'enfance.

À mes oncles et tantes.

À Martine, ma marraine, discrète et toujours présente. À Michel, le cycliste au grand cœur et au petit doigt pas droit.

À Didite, pour tes conseils avisés lors de cette soirée d'été 2018 au Grand Palais, pour toutes ces vacances Parisiennes où tu venais me chercher au petit train.

À Tonton Vincent le rebelle de la famille. À tata Lolo.

À Tonton Pierrot l'épicurien mélomane.

À mes cousins.

Thibault et Renaud les Landais. Max le rêveur devenu grand baroudeur. Théo, mon filleul aux doigts de fée. Laly, perdue trop tôt de vue, je suis heureuse de te retrouver et de ré-apprendre à te connaître.

**À mes amis d'enfance,**

À Domitille et Peyo, pour votre soutien depuis ma P1 quand vous passiez prendre un petit café, pour toutes ces années depuis le lycée et j'espère encore beaucoup d'autres.

À Quitterie, pour ces belles années de poney, pour m'avoir présenté un certain Martin, pour nos soirées chez Peppone, pour nos vacances partagées, tu me manques ma Quitterie, n'oublie pas de revenir vivre dans le Sud Ouest un jour.

**À mes amis de la fac,**

À Sylvain, mon popain. Nous voilà 10 ans plus tard. Merci pour toutes ces années d'asso, ces soirées magiques, les vacances Houataises, les repas partagés avec ta merveilleuse famille, nos révisions pré ECN. Je suis fière et chanceuse d'avoir un ami comme toi, et j'ai hâte d'être le témoin de la belle aventure que tu t'apprêtes à poursuivre avec Fanny ta chérie.

À Matthieu, le gendre idéal, qui sens toujours bon même le dimanche soir après le WEI. À Hélène ta chère et tendre.

À Laure, ma croquette, ma sœur de cœur. J'admire ta force, ton intelligence de la vie et des gens, l'optimiste avec lequel tu traverses les épreuves, ta façon de rebondir toujours plus haut. La distance n'aura pas eu raison de notre amitié. Retour au Pays Basque pour commencer un nouveau chapitre. J'ai hâte de te retrouver pour de nouvelles aventures.

À Myriem, pour toute ton énergie, tes oublis, ta folie.

À Laetitia, la tortue devenue Périgourdine. Pour ces années associatives, ces soirées mémorables, pour avoir mis Romain sur ma route, pour toutes tes recettes incroyables.

À Béa, la blonde, ma sous-colleuse. Je me souviens avec tendresse et émotion de nos années d'externat, de nos soirées devant le SAV, et ce fabuleux rêve Américain d'un été.

### **À mes amis d'internat,**

À Flo, pour ces 2 ans à l'asso, pour avoir partagé avec moi toutes ces galères sans jamais m'abandonner, pour toute ton énergie, pour tes idées souvent folles et parfois géniales, pour m'avoir trainée à l'Hippocup. Voilà que tu t'envoles pour la Nouvelle Calédonie avec ton Agathe, profitez bien. Tu me manques.

À Sophie, ma Soso. Ma co-interne Périgourdine, mon éclopée, mon amie, mon épaule pour pleurer, ma Cupine, ma coloc, ma co-workeuse, ma co-festayre, ma consoeur, celle qui sait me faire parler, ma co-skieuse de la Folie Douce, mon compagnon de voyage. « L'amitié double les joies et réduit de moitié les peines ». Merci pour tout.

À Giulia, pour ton bel accent Italien, pour la belle personne que tu es et que je découvre beaucoup trop tard, je t'attends au Pays Basque.

À mes co-internes, Cécile la duchesse, papy Yayou, Kheir le voyou, PA le sage, Alex et Coco les cardio, Jérem Florian et Lannou les surfers, Noémie la talentueuse retardataire, Lisa l'éternelle insatisfaite, Huguette le roi de la blague, Jojo musclor, Antoine G le parfait, Romain Chonchon, Colonel Gaubert, la fine équipe de la neuroréa Delpine Philippe et Pierre, Julien Hugo et Joris mes co internes du pédiatrie, Adrien et Luc les Niçois, Marianne la marathonnienne, au Petit Rayon de Soleil et tous ceux que je ne cite pas ici mais n'oublie pas.

### **À tous les professionnels de santé paramédicaux dont j'ai croisé le chemin.**

Merci pour votre écoute, vos encouragements, toutes vos remarques pertinentes, votre bienveillance. A vous observer auprès des patients et leurs familles, souvent vous m'avez rappelé de ne pas oublier le respect et l'humanité à laquelle chacun a droit. J'espère réussir à ne jamais oublier ces valeurs.

**À toutes les équipes qui m'ont appris pendant ces cinq années.**

À l'équipe de Langon,

À l'équipe du bloc de Périgueux,

À l'équipe de la maternité,

À l'équipe du bloc de chirurgie Digestive,

À l'équipe du CFXM. À Amélie pour m'avoir sensibilisée aux mots, et pour ton exigence et ton enseignement en ALR.

À l'équipe de la réanimation et du bloc à Bayonne. Aux infirmières de la réanimation pour votre soutien. À William le surfer. À Chloé pour ton enseignement, ton exigence, ta rigueur, pour avoir su voir et me dire les choses. À tous les IADES du bloc et les infirmières du réveil. À tous les médecins anesthésistes du bloc de Bayonne, Rainer, François, Magali, Luc, Samuel, Marie-Pierre, Gaëlla, Juliette, Garazi, Inès, Grégoire, Henri, Julie, Pascale, Arnaud, Pierre, Didier, Eric, Rafael. J'espère que je n'en ai pas oublié ... J'ai hâte de continuer à apprendre et grandir à vos côtés.

À toute l'équipe de la neuro-réanimation. À Mme Franck pour votre honnêteté et votre franchise. À la dynamique Cathy. À Gaëlle, Éric, Jacques, Matthieu, Marion et tous les autres.

À toute l'équipe de la réanimation chirurgicale et traumatologique, Vincent, Laurent, Mélanie, Cédric. Et Jean-François, toi qui suis mon parcours depuis le tout début.

À l'équipe du déchocage et du bloc des urgences. À Marie et Peter. À Barbara, Marion, PA, Antoine. À Laurent S et Benoît B pour leurs bons soins en cette soirée du 5 janvier. À Julien.

À l'équipe d'IADEs. Travailler et apprendre à vos côtés a été un plaisir et riche d'enseignements. Merci.

À l'équipe du pédiatrique. Ces 3 mois furent bien trop courts à vos côtés.

À l'équipe de la réanimation digestive. À Simon, Elsa, Mylène, Nathan, Jean-Jacques, Fred, Pauline. À Antoine, Olivier, Cathy, Guya. Merci pour votre bienveillance, votre compétence, votre bonne humeur. Vous avez su rendre ces 6 derniers mois d'internat passionnants et légers à la fois.

À tous ceux que je n'ai pas cités mais que je n'oublie pas.

**À vous tous à mes côtés aujourd'hui, cela représente beaucoup pour moi, merci.**

## TABLE DES MATIÈRES

<b>INDEX DES TABLEAUX .....</b>	<b>11</b>
<b>INDEX DES FIGURES.....</b>	<b>12</b>
<b>LISTE DES ABRÉVIATIONS .....</b>	<b>13</b>
I. INTRODUCTION .....	14
A. <i>Rationnel de l'étude</i> .....	14
B. <i>Problématique et hypothèse</i> .....	26
C. <i>Objectifs de l'étude</i> .....	27
II. MATÉRIEL ET MÉTHODE .....	28
A. <i>Design de l'étude</i> .....	28
B. <i>Population</i> .....	28
C. <i>Données recueillies</i> .....	28
D. <i>Intervention</i> .....	29
E. <i>Critères de jugement</i> .....	30
F. <i>Analyse statistique</i> .....	30
III. RÉSULTATS .....	31
A. <i>Caractéristiques de la population</i> .....	31
B. <i>Description de la ventilation : évolution entre les phases I et II</i> .....	31
IV. DISCUSSION.....	33
V. CONCLUSION .....	37
<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>38</b>
<b>TABLEAUX.....</b>	<b>43</b>
<b>FIGURES .....</b>	<b>46</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>49</b>
<b>SERMENT D'HIPPOCRATE .....</b>	<b>53</b>

## INDEX DES TABLEAUX

---

**Tableau 1.** Caractéristiques de la population, phases I et II

**Tableau 2.** Caractéristiques de la ventilation, phases I et II.

## INDEX DES FIGURES

---

**Figure 1.** Diagramme de Gantt.

**Figure 2.** Évolution de la proportion de  $V_t / PEP$ ,  $V_t$  protecteur,  $PEP \geq 6 \text{ cmH}_2\text{O}$ , entre les phases I et II.

**Figure 3.** Évolution de la proportion de  $V_t / PEP$ ,  $V_t$  protecteur,  $PEP \geq 6 \text{ cmH}_2\text{O}$ , MRA et de l'association  $V_t / PEP / MRA$  entre les phases I et II en fonction des groupes d'IMC.

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

---

VILI : Ventilator induced lung injury

Vt : volume courant

P<sub>L</sub> : pression transpulmonaire

P<sub>AW</sub> : pression des voies aériennes

P<sub>PL</sub> : pression pleurale

CRF : capacité résiduelle fonctionnelle

PEP : pression expiratoire positive

Il : interleukine

HGM-CoA : hydroxy-méthyl-glutaryl-coenzyme A

MEC : matrice extracellulaire

ARN : acide ribonucléique

LBA : lavage broncho alvéolaire

TNF : tumor necrosis factor

SDRA : syndrome de détresse respiratoire aigüe

F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> : fraction inspirée d'oxygène

Pplat : pression de plateau

Pmo : pression motrice

MRA : manœuvre de recrutement alvéolaire

SFAR : Société Française d'Anesthésie Réanimation

Cpt : compliance thoraco-pulmonaire

ALI : Acute Lung Injury

## I. INTRODUCTION

### A. Rationnel de l'étude

#### 1. *La période péri-opératoire est une agression pulmonaire*

##### a) Physiologie pulmonaire modifiée en péri-opératoire

Chez un sujet aux poumons sains soumis à une anesthésie générale avec ventilation mécanique en vue d'une chirurgie, la physiologie respiratoire est altérée.

En effet, lors de l'anesthésie générale, le relâchement musculaire associé à une migration céphalique du diaphragme favorise une diminution de la CRF et de la compliance pulmonaire, en plus de l'effet de la position allongée sur la table d'opération.

De plus, la dénitrogénéation lors de la préoxygénation à 100% de  $F_iO_2$  avant l'induction et le temps apnéique en décubitus dorsal d'exposition glottique et d'insertion d'un dispositif de contrôle des voies aériennes favorisent les atélectasies, même chez le patient aux poumons sains. Une anomalie du rapport ventilation perfusion de type shunt se crée, se traduisant parfois en hypoxémie.

La ventilation mécanique soumet le poumon au stress et strain. Les concepts de barotraumatisme, volotraumatisme, atélectraumatisme, bio-traumatisme, pression motrice et puissance mécanique illustrent et résument les agressions de la ventilation mécanique en cas de mésusage.

D'un point de vue chirurgical, la position de Trendelenburg, le décubitus latéral, la laparotomie, la coelioscopie, la thoracoscopie et la ventilation uni pulmonaire sont aussi des agressions favorisant la diminution de la CRF et de la compliance pulmonaire, et la formation d'atélectasies pourvoyeuses d'anomalies de ventilation perfusion.

En post opératoire, la douleur, la sédation excessive, l'inhibition de la toux et/ou de l'inspiration profonde sont responsables d'hypoventilation pulmonaire avec les mêmes conséquences. Les atélectasies et l'hypoxémie font le lit des complications pulmonaires comme les infections respiratoires basses, responsables d'une augmentation de la morbi-mortalité et des durées de séjour.

Les éventuelles comorbidités du patient viennent s'ajouter à l'agression basale que constituent chirurgie et anesthésie pour le poumon. Les patients obèses ont une CRF diminuée, et une compliance thoracique diminuée. Les patients âgés ont une CRF diminuée. Les enfants ont une compliance thoracique élevée, une compliance pulmonaire basse, une

CRF diminuée. Il faut aussi citer les pathologies qui ont un retentissement sur la compliance et/ou les volumes pulmonaires comme par exemple la scoliose, la spondylarthrite ankylosante etc.

b) Physiopathologie des complications de la ventilation mécanique

Le terme VILI (Ventilator Induced Lung Injury) regroupe l'ensemble des lésions et complications induites par la ventilation mécanique [1]. Différentes lésions peuvent être caractérisées.

(a) *Le barotraumatisme*

Le terme barotraumatisme désigne le traumatisme secondaire à l'application d'une pression. Au cours de la ventilation mécanique, l'application d'une pression sur le parenchyme pulmonaire est nécessaire au déplacement d'un volume d'air qui permet l'expansion pulmonaire. Suite à la surdistension secondaire à la pression, on peut observer pneumothorax, pneumomédiastin, emphysème sous cutané. Limiter la pression appliquée semble alors évident. C'est ce qu'a suggéré Fothergill, au cours de la réanimation cardio pulmonaire, en ventilant bouche à bouche pour un meilleur contrôle de la pression exercée sur le poumon, plutôt qu'avec un soufflet [2].

(b) *Le volotraumatisme*

Le terme volotraumatisme désigne le traumatisme secondaire à l'application d'un volume. La question de la part de VILI attribuable au barotraumatisme ou volotraumatisme se pose. Dreyfuss et *al.* ont publié une étude sur des rats aux poumons sains soumis à des pressions de ventilation élevées de 45 cmH<sub>2</sub>O. Un premier groupe avait le thorax et l'abdomen enserré ce qui limite l'expansion pulmonaire, le deuxième groupe n'avait aucune contention thoraco-abdominale. Le premier groupe a donc reçu des pressions élevées et un Vt modéré, et le deuxième des pressions élevées et un Vt élevé avec pour conséquence plus d'œdème pulmonaire. Ils ont donc démontré que le volume élevé lèse plus que la pression élevée [3].

Il y eut un temps de débat entre défenseurs du barotraumatisme versus volotraumatisme. Ils sont en fait liés. Les variations de volume pulmonaire sont possibles par l'application de variations de pression.

(c) *Lien entre barotraumatisme et volotraumatisme*

La pression appliquée au poumon lors de la ventilation est nommée pression transpulmonaire ( $P_L$ ). On peut aussi l'appeler stress, qui est une tension. Le stress est la force réactionnelle de même intensité et de sens opposé générée au sein du poumon, lorsqu'une force est appliquée sur lui en tirant dessus donc en le déformant. La  $P_L$ , assimilable au stress, est égale à la pression des voies aériennes supérieures ( $P_{AW}$ ) moins la pressions pleurale ( $P_{PL}$ ) ou  $P_L = P_{AW} - P_{PL}$ . Dans l'expérience de Dreyfuss [3], la  $P_{AW}$  était élevée et stable, la  $P_{PL}$  variait. Dans le premier groupe, la contention thoraco-abdominale ( $P_{PL}$  augmentée) diminuait la compliance ou augmentait l'élastance. Dans le deuxième groupe, en l'absence de contention thoraco-abdominale ( $P_{PL}$  basse), la compliance était élevée et l'élastance basse. C'est quand la  $P_L$  était élevée, le poumon est soumis à trop de stress, qu'avait lieu le barotraumatisme.

En réponse au stress ou tension, le poumon se déforme ; c'est le strain. Le strain correspond au ratio volume de gaz pulmonaire inspiré ( $V_t$ ) sur volume de poumon à la pression atmosphérique (CRF) ou  $V_t / CRF$ . Dans l'expérience de Dreyfuss [3], le premier groupe a reçu un  $V_t$  plus petit que le deuxième groupe pour un même volume pulmonaire au repos. C'est quand la déformation du poumon a été importante, le strain élevé, qu'a eu lieu le volotraumatisme.

La relation stress et strain peut alors s'écrire : stress = k . strain ou  $P_L = k . V_t / CRF$ . Volotraumatisme et barotraumatisme sont intimement liés [1], [4].

(d) *Atélectraumatisme*

La ventilation à bas volume pulmonaire peut aussi être pourvoyeuse de VILI par atélectraumatisme.

L'atélectraumatisme correspond à des lésions d'ouverture et fermeture alvéolaire, suite à du dérecrutement alvéolaire, principalement en cas de volume pulmonaire de fin d'expiration bas. Ce phénomène est amplifié en cas d'hétérogénéités de ventilation [5].

La pression qui s'applique localement sur la paroi alvéolaire est proche de la  $P_L$  si le poumon est ventilé de façon homogène. En cas d'inhomogénéité de ventilation, le stress est majoré par 4 ou 5 sur les parois alvéolaires qui sont à l'interface aérées / collabées, alors même que la  $P_L$  appliquée reste modérée [6].

La PEP, pression expiratoire positive, correspond à l'application d'une pression positive continue sur le parenchyme pulmonaire, qui persiste donc même en fin d'expiration. Ainsi elle limite le collapsus alvéolaire en fin d'expiration. Webb et Tierney ont ainsi observé que l'application d'une PEP à 10 cmH<sub>2</sub>O limitait l'œdème pulmonaire chez les rats ventilés avec une pression à 45 cmH<sub>2</sub>O [7].

Il est possible de résumer barotraumatisme, volotraumatisme et atelectraumatisme en une seule et unique agression. Par l'application locale ou régionale de stress et strain élevés, tous aboutissent à la surdistension alvéolaire et pulmonaire. La surdistension est le dénominateur commun qui mène au VILI.

#### (e) *Biotraumatisme*

Face à la surdistension une réponse biologique, immune et inflammatoire apparaît. C'est le biotraumatisme, concept né dans les années 1990. Deux grands mécanismes de biotraumatisme sont décrits : les lésions directes sur les cellules du parenchyme pulmonaire, et les lésions indirectes par mécano transduction qui correspond à la transduction des contraintes mécaniques en signaux biochimiques et moléculaires. Ranieri et *al.* ont démontré que les patients avec un SDRA ventilés selon une stratégie protectrice avaient des concentrations de cytokines pro inflammatoires moindres dans le LBA et le plasma [8]. Le parenchyme pulmonaire est composé de différentes cellules (les cellules épithéliales de type 1 et 2, les cellules endothéliales, les macrophages) et de la matrice extracellulaire (MEC). En réponse à la surdistension, les cellules épithéliales de type 1 subissent des modifications génomiques altérant l'expression de micro-ARN. Cela entraîne la perte d'intégrité des jonctions cellulaires et l'augmentation de la perméabilité intercellulaire épithéliale. En cas de ventilation mécanique, les cellules endothéliales subissent des réorganisations de leur cytosquelette, entraînant une dysfonction de la barrière endothéliale et de l'inflammation systémique, par l'intermédiaire notamment de l'Il-6, de l'activité de l'HGM-CoA. Elles

expriment aussi à leur surface des microparticules favorisant la production de cytokines inflammatoires comme IL-8 ou TNF-alpha, et l'adhésion cellulaire. Les macrophages, en cas d'activation autophage excessive, pourraient favoriser l'inflammation pulmonaire. La MEC peut être modifiée dans sa composition, son renouvellement et son architecture par la ventilation mécanique. On sait que l'initiation de la ventilation mécanique augmente la fragmentation des glycosaminoglycanes. Cela s'accompagne de l'activation des métalloprotéases qui dégradent la MEC, et de la synthèse de collagène de type III. Le parenchyme pulmonaire se voit modifié dans son élasticité, sa solidité, sa perméabilité aux fluides. L'œdème pulmonaire est favorisé, le surfactant altéré, la fibrose pulmonaire s'initie, les polynucléaires neutrophiles et macrophages sont recrutés, les cytokines pro inflammatoires sont sécrétées. Avec ou sans SDRA, plusieurs études ont démontré une augmentation des cytokines pro inflammatoires plasmatiques en cas de ventilation avec un  $V_t$  dit « conventionnel » entre 10 à 12 mL/kg de poids idéal, versus  $V_t$  « bas » à 6 mL/kg de poids idéal [9], [10].

Ainsi, la ventilation mécanique modifie la structure cellulaire, moléculaire et biochimique du poumon localement. Les médiateurs de l'inflammation sécrétés dans le poumon peuvent alors passer dans la circulation et entraîner un retentissement sur les organes à distance [11].

La ventilation mécanique est donc une thérapeutique à part entière, avec ses vertus et complications potentielles.

## **2. *La ventilation protectrice est issue de la réanimation***

La ventilation mécanique, technique de suppléance d'organe, a d'abord trouvé sa place en réanimation sur poumons lésés. Bien utilisée, elle est une thérapeutique protectrice qui peut diminuer la mortalité. Cependant elle participe dans le même temps à l'agression alvéolaire.

Le  $V_t$  est un déterminant majeur de la ventilation protectrice. On sait que la réduction du  $V_t$  dans le SDRA est associée à une amélioration du pronostic. En 2000, un essai clinique randomisé sur plus de 800 patients a retrouvé une diminution de la mortalité à 28 jours dans

le SDRA pour les patients ventilés avec un  $V_t$  réduit à 6 mL/kg de poids idéal. Le groupe contrôle était ventilé avec un  $V_t$  à 12 mL/kg de poids idéal. Pression de plateau (Pplat), PEP et  $F_iO_2$  différaient peu entre les deux groupes. Cette étude permet de soutenir l'idée que la ventilation mécanique à haut volume est délétère dans le SDRA [9]. Les dernières recommandations de la prise en charge du SDRA éditées par la SFAR en 2018 retiennent un réglage du  $V_t$  limité à 4 à 8 mL/kg de poids théorique pour les patients adultes atteints de SDRA (recommandation forte) [12].

La Pplat représentant la distension pulmonaire, elle joue un rôle important dans la prise en charge des patients sous ventilation mécanique. Le seuil maximal de 30 cmH<sub>2</sub>O est actuellement retenu par les dernières recommandations éditées par la SFAR dans le SDRA. Une analyse secondaire de l'étude de l'ARDS Network laisse à penser que la diminution de la pression de plateau est associée à une réduction de la mortalité, et ce indépendamment d'un  $V_t$  bas [13]. Mais Terragni et *al.* ont observé, que chez des patients ventilés avec une stratégie de ventilation protectrice selon l'ARDS Network, malgré une Pplat entre 28 et 30 cmH<sub>2</sub>O, de la surdistension pulmonaire tomodynamométrique était objectivée. Dans le groupe ne présentant pas de surdistension pulmonaire la Pplat était déjà entre 25 et 26 cmH<sub>2</sub>O [14]. La question d'une réduction encore plus importante de la pression de plateau et du  $V_t$  est posée et nécessite des études randomisées [12].

Dans le SDRA, le poumon est hétérogène et le volume de poumon accessible à la ventilation est réduit, ce que le concept du babylung image bien [15]. La réduction de la compliance thoraco-pulmonaire (Cpt) au cours du SDRA est altérée et corrélée à la réduction de volume pulmonaire. La pression motrice (Pmo) normalise le  $V_t$  à la Cpt et s'écrit  $Pmo = V_t / Cpt$ . Comme  $Cpt = V_t / (Pplat - PEP)$  alors on peut écrire  $Pmo = Pplat - PEP$  [16]. Récemment, Amato et *al.* ont mené une analyse sur les données des 24 premières heures de 3562 patients en SDRA de 9 études randomisées, afin de déterminer si la Pmo est liée à la mortalité de façon indépendante. Le résultat suggère qu'une Pmo supérieure à 14 cmH<sub>2</sub>O est associée à une augmentation de la mortalité [17]. Des essais randomisés sont nécessaires pour évaluer la place de la réduction de la pression motrice dans la ventilation protectrice au cours du SDRA.

Pour relever le défi de la ventilation protectrice dans le SDRA, une stratégie complète d'« open lung » est proposée par Amato et *al.* Ils ont mené un essai randomisé avec pour le groupe stratégie de ventilation protectrice un  $V_t$  inférieur à 6 mL/kg, la fréquence respiratoire inférieure à 30, la pression motrice limitée à 20 cmH<sub>2</sub>O, la pression de plateau limitée à 40 cmH<sub>2</sub>O, la PEP réglée 2 cmH<sub>2</sub>O au dessus du point d'inflexion inférieur de la courbe pression volume ou 16 cmH<sub>2</sub>O si le point d'inflexion n'était pas trouvé. Cette stratégie protectrice était appliquée indépendamment des conditions hémodynamiques. Le groupe contrôle était ventilé avec un  $V_t$  à 12 mL/kg, une PEP aux alentours de 9 cmH<sub>2</sub>O, un objectif de PCO<sub>2</sub> normalisé, et cela indépendamment des pressions des voies aériennes. Ils ont observé une amélioration de la survie à 28 jours [18]. L'élément protecteur déterminant n'est pas identifiable dans cette étude entre  $V_t$ , PEP, limitation des pressions.

Le bénéfice de la réduction du  $V_t$  et de la limitation des pressions dans le SDRA est une composante de la ventilation protectrice admise [12]. Le risque est alors au dérecrutement et aux lésions cycliques d'ouverture-fermeture alvéolaire. Le niveau de PEP optimal est mal établi, car si elle a pour objectif de limiter le dérecrutement, un risque de surdistension, de majoration du shunt, d'augmentation de l'espace mort et de cœur pulmonaire aigu existe.

Plusieurs essais randomisés contrôlés ont comparés des stratégies de haute versus basse PEP, en la réglant selon l'oxygénation du patient, modèle proposé par l'ARDS Network. Ils n'ont pas retrouvé d'amélioration sur le critère de jugement principal la mortalité [19], [20]. Une autre technique de réglage de la PEP que la F<sub>i</sub>O<sub>2</sub>, et l'utilisation de niveaux de PEP plus élevés est questionnée. Hodgson et *al.* ont mené un essai pilote sur 20 patients, comparant une stratégie associant manœuvres de recrutement, PEP élevée et  $V_t$  limité, à celle de l'ARDS Network. La stratégie de réglage de la PEP dans le groupe interventionnel reposait sur la détermination du point de dérecrutement pour ensuite régler la PEP 2,5 cmH<sub>2</sub>O au dessus. Sans pouvoir déterminer le poids de la PEP dans leur résultats, et dans les limites cet essai uni-centrique dont le critère de jugement principal n'est pas clinique, ils ont retrouvé une diminution des cytokines pro-inflammatoires, une amélioration de l'oxygénation et de la compliance [21]. Dans l'étude ExPress, Mercat et *al.* ont comparé une stratégie de PEP minimale dans le groupe contrôle, versus le réglage de la PEP pour une P<sub>plat</sub> à 28 cmH<sub>2</sub>O, chez des patients en ALI ou SDRA ventilés avec un  $V_t$  à 6 mL/kg de poids idéal, dans un essai contrôlé randomisé multicentrique sur plus de 700 patients. Le résultat sur la mortalité était

négatif. Mais il faut noter un bénéfice sur la survie des patients dont le rapport  $P_aO_2/F_iO_2$  était plus bas, donc peut être plus « recrutables » [22]. C'est en effet ce qui est ressorti de la méta-analyse de Briel et *al.* : de hauts niveaux de PEP semblaient associés à une réduction de la mortalité hospitalière chez les patients en SDRA, tandis que cette stratégie pourrait être délétère chez les patients en ALI.

Dans ce contexte, la SFAR retient qu'il est probablement recommandé de régler une PEP élevée chez les patients en SDRA modéré à sévère [12]. Il est ici supposé que ces patients les plus graves sont plus « recrutables » et bénéficient donc le plus souvent d'une PEP élevée. Ce que signifie précisément « PEP élevée » n'est pas explicité, même si dans les essais précités la PEP dans le groupe « PEP élevée » était généralement entre 12 à 15 cmH<sub>2</sub>O. Si la méthode de réglage de la PEP selon la  $F_iO_2$  ne semble pas faire ses preuves, des études s'intéressant à la titration de la PEP selon la mécanique ventilatoire sont prometteuses, mais des essais de plus grande envergure avec critère de jugement clinique plus pertinent sont nécessaires [23].

L'œdème alvéolo-interstitiel présent dans le SDRA augmente le poids du poumon et favorise les atélectasies. En plus de la PEP, les manœuvres de recrutement alvéolaire (MRA) peuvent lutter contre le dérecrutement et s'inscrivent dans la stratégie d'« open lung ». Différentes MRA ont été décrites, mais elles consistent toutes en l'application d'une pression élevée dans les voies aériennes. De façon encore plus aigüe que pour la PEP, la question du compromis bénéfice - risque face à l'application d'une pression élevée dans le poumon est ouverte.

Des études prospectives non randomisées ont montré qu'après MRA dans un contexte de SDRA l'hypoxie diminuait et la plus part des atélectasies pouvaient être levées [24], [25]. Deux essais contrôlés randomisés étaient en faveur de la réalisation de MRA qui amélioreraient l'oxygénation, la compliance, et diminueraient les marqueurs biologiques de l'inflammation sans augmenter la mortalité ou le barotraumatisme [21], [26]. Des revues de la littérature ont suggéré une réduction de la mortalité lors de la réalisation de MRA dans le SDRA, mais le risque de biais était important [27], [28]. En 2017, l'étude ART parue dans le JAMA, était un essai contrôlé randomisé multicentrique international, qui a inclus plus de 1000 patients en SDRA, pour comparer une stratégie de MRA et titration de la PEP pour la meilleure compliance pulmonaire, versus une stratégie de PEP modérée selon l'algorithme

de l'ARDS Network. Parmi les faiblesses de cette étude, les violations de protocole étaient nombreuses avec la non réalisation ou l'arrêt des MRA pour instabilité hémodynamique ou désaturation, et modification du protocole de recrutement en cours d'étude pour diminuer la pression. Aussi, seuls 16% des patients bénéficiaient de décubitus ventral dans cette étude. Les auteurs ont retrouvé que la mortalité à 28 jours augmentait dans le groupe MRA [29].

Dans toutes ces études avec PEP élevée et MRA, des effets physiologiques bénéfiques ont été constatés à court terme, mais la mortalité n'a pas diminué pas dans le SDRA voire a augmenté selon les études. Il faut aussi souligner les nombreuses co-interventions qui n'ont pas toujours permis d'identifier formellement la place des MRA. La SFAR retient qu'il est probablement recommandé de réaliser des MRA chez les patients en SDRA modéré à sévère. Mais la confiance est basse à modérée quand à la réduction de la mortalité, tout comme la confiance est basse quand à la sécurité de ces manœuvres. La plus grande prudence s'impose en cas d'hypovolémie et/ou de choc [12]. Ces conclusions étaient sans prendre en compte l'essai ART. Un autre essai nommé PHARLAP est en cours. Sur ce poumon lésé en réanimation, l'atélectasie permissive pourrait être finalement moins délétère qu'une stratégie d'« open lung » agressive.

Toutes ces études sur la ventilation protectrice ont été menées dans un contexte de SDRA /ALI en réanimation. Mais les lésions induites par la ventilation mécanique ont aussi été décrites sur poumon sain. Il est admis qu'elles sont sources de complications pulmonaires post opératoires fréquentes, augmentent la durée de séjour hospitalier, la morbi-mortalité et le coût de la prise en charge globale [30], [31]. Devant les bénéfices de la ventilation protectrice en réanimation, et l'agression que constitue la période péri-opératoire, concevoir la ventilation mécanique comme une thérapeutique au bloc opératoire s'impose.

### 3. **Choix des paramètres de ventilation mécanique au bloc opératoire**

#### a) Choix du Vt et de la PEP au bloc opératoire

En 2012 Treschan et *al.* ont comparé dans un essai randomisé une stratégie de Vt à 6 versus 12 mL/kg de poids idéal. Il s'agissait d'une centaine de patients avec un ASA  $\geq 2$ , programmés pour une chirurgie abdominale par laparotomie de 3h ou plus, et une PEP à 5 cmH<sub>2</sub>O était appliquée. Le critère de jugement principal était le délai pour un retour à une fonction respiratoire antérieure et ne différait pas entre les deux groupes. Il était intéressant de noter une amélioration significative du rapport P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>/F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> et de la compliance dans le groupe Vt à 12 mL/kg de poids idéal [32]. Ce résultat est probablement expliqué par le fait qu'une PEP à 5 cmH<sub>2</sub>O est insuffisante dans cette population avec chirurgie abdominale. Du dérecrutement était régulièrement observé avec une PEP à 5 cmH<sub>2</sub>O alors même que ce sont des patients en dehors de chirurgie abdominale ou thoracique [33]. Dans le même sens, en 2014 Levin et *al.* ont observé dans une cohorte rétrospective de chirurgie polyvalente, que régler un Vt entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal et une PEP faible (en moyenne 4 cmH<sub>2</sub>O [2,2-5 cmH<sub>2</sub>O]) était associé à une augmentation de la durée de séjour et de la mortalité dans les 30 jours post-opératoire (HR 1.61 (95% CI 1,25–2,08, P=0,0002) [34]. L'étude PROVHILO parue dans le Lancet en 2014 était un essai contrôlé randomisé sur un peu moins de 900 patients, ventilés avec un Vt de 8 mL/kg de poids idéal au cours de chirurgie abdominale, non obèses et à risque de complications pulmonaires post-opératoires. Une stratégie de réglage d'une PEP à 12 cmH<sub>2</sub>O avec MRA était comparée à un réglage de la PEP  $\leq 2$  cmH<sub>2</sub>O sans MRA. Il n'y avait pas de différence en terme de complications pulmonaires post-opératoires. Il semblait y avoir plus d'instabilité hémodynamique dans le groupe PEP élevée et MRA [35]. Ce niveau de PEP était probablement trop élevé au bloc opératoire chez des patients non obèses. Une méta-analyse réalisée en 2015 par Serpa Neto et *al.* a rassemblé des essais randomisés comparant stratégie de ventilation protectrice ou non en chirurgie générale. La PEP moyenne en cours de chirurgie dans le groupe ventilation protectrice était de 7,3 cmH<sub>2</sub>O [36]. Nous retenons donc qu'appliquer un Vt entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal est délétère en l'absence de PEP suffisante, et qu'une PEP entre 6 et 8 cmH<sub>2</sub>O semble appropriée.

## b) Les manœuvres de recrutement au bloc opératoire

La réalisation des MRA est plus sujette à controverses. L'amélioration de la fonction pulmonaire semble documentée. Futier et *al.* ont comparé plusieurs pré-oxygénations chez des obèses morbides dans un essai contrôlé randomisé en 2011. La pré-oxygénation en respiration spontanée classique au masque facial était comparée avec l'application d'une VNI ayant pour objectif un  $V_t$  à 8 mL/kg de poids idéal ainsi qu'une PEP entre 6 à 8 cmH<sub>2</sub>O et sans dépasser 18 cmH<sub>2</sub>O de pression dans les voies aériennes, suivie d'une MRA après intubation en appliquant une pression continue de 40 cmH<sub>2</sub>O pendant 40 secondes. La VNI qui était suivie d'une MRA améliorait la  $P_aO_2$ , la CRF, la compliance pulmonaire, et diminuait les pressions de ventilation [37]. Un essai randomisé plus récent de 2017 a retrouvé que la réalisation de MRA et l'application d'une PEP, cette fois au cours de césariennes, améliorait la compliance per opératoire et l'oxygénation per et post opératoire. Le groupe contrôle a reçu une PEP à 0 cmH<sub>2</sub>O. On ne peut pas déterminer si la réalisation de MRA isolée aurait retrouvé ce résultat [38]. Une revue de la littérature de Hartland en 2015 a détaillé 6 essais randomisés parus entre 2003 et 2013, qui ont évalué les MRA en chirurgie abdominale avec 50% de patients obèses. On a relevé une hétérogénéité dans le type et la fréquence des MRA qui reflétait l'absence de consensus existant. L'amélioration per opératoire de la  $PaO_2$ , de la compliance et du rapport  $P_aO_2/F_iO_2$  ont été retrouvées, mais aucune différence pour les complications pulmonaires post-opératoires. Comme précédemment, les groupes contrôles ont reçu des PEP < 5 cmH<sub>2</sub>O voire 0 cmH<sub>2</sub>O ce qui n'a pas permis d'isoler le rôle des MRA par rapport à la PEP [39]. Il faut remarquer que toutes ces études sur les MRA ont été menées chez des patients avec réduction de la CRF importante, donc avec une « recrutabilité » à priori importante : chirurgie abdominale, obèse, femme enceinte. Une étude de Östberg est parue en 2018 comparant l'apparition tomodensitométrique d'atélectasies sur poumons sains, en chirurgie non abdominale, lors de l'application d'une PEP à 7 cmH<sub>2</sub>O, ou 9 cmH<sub>2</sub>O si l'IMC est supérieur ou égal à 25, versus une PEP à 0 cmH<sub>2</sub>O. Il s'agissait d'un essai randomisé, avec un faible collectif de patients, ventilés avec un  $V_t$  de 7 mL/kg de poids idéal, et sans MRA. On a observé une diminution de la formation des atélectasies, une amélioration de l'oxygénation et une amélioration de la compliance lors de l'application d'une PEP. Dans cette population à faible risque de complications pulmonaires, l'application d'une PEP semblait suffisante pour limiter l'apparition d'atélectasies. Les

complications pulmonaires post-opératoires n'ont pas été étudiées dans cet essai [40]. L'application des MRA semble donc recommandée chez des patients à risque de complications pulmonaires post-opératoires de par leurs caractéristiques et/ou celles de la chirurgie.

c) La ventilation protectrice est une stratégie pluri factorielle

Une stratégie complète de ventilation protectrice rassemblant  $V_t$ , PEP et MRA semble prometteuse. L'étude IMPROVE de Futier et *al.* en 2013 a évalué dans un essai randomisé sur 400 patients, une stratégie de ventilation protectrice avec  $V_t$  entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal, PEP 6 à 8 cmH<sub>2</sub>O et MRA, versus une stratégie non protectrice  $V_t$  entre 10 à 12 mL/kg de poids idéal, PEP 0 cmH<sub>2</sub>O et pas de MRA. Il s'agissait de patients à risque de complications pulmonaires post-opératoires programmés pour chirurgie abdominale majeure de plus de 2h. Il y a eu plus de complications post-opératoires, pulmonaires et extra-pulmonaires, dans le groupe ventilation non protectrice. À J7 post-opératoire, 5% des patients du groupe ventilation protectrice ont nécessité une intubation ou de la VNI pour insuffisance respiratoire aiguë, versus 17% dans le groupe ventilation non protectrice,  $p < 0,001$ . De plus, la durée de séjour hospitalier était plus courte dans le groupe ventilation protectrice, et ce de façon statistiquement significative [41].

#### **4. Perspectives en ventilation protectrice**

a) La pression motrice

Limiter la surdistension pulmonaire sans favoriser le dérecrutement alvéolaire est un compromis possible en optimisant le réglage des paramètres de ventilation. Il semble qu'un  $V_t$  réduit limite la surdistension et empêche la survenue des atelectasies lorsqu'il est associé à une PEP optimisée. La  $P_{plat}$  reflète alors la distension alvéolaire résultant du  $V_t$  et de la PEP. Elle est un indice clinique au lit du patient du risque de surdistension pulmonaire, mais peut être prise en défaut notamment en cas d'hétérogénéité pulmonaire et donc de modification de la compliance. La  $P_{mo}$  pourrait être un indice complémentaire intéressant, en normalisant le  $V_t$  à la compliance thoraco-pulmonaire. Elle serait prédictive de VILI et

mortalité chez les patients en SDRA. Ce résultat repose sur une analyse rétrospective, de plusieurs études, à travers un modèle statistique complexe. Un lien direct causal ne peut être établi [17]. Il semble cependant qu'en cas de ventilation protectrice bien menée, limiter la Pmo ne soit pas plus préventive de VILI que limiter la Pplat, observer la compliance ou l'élastance [42]. Enfin, la Pmo ne considère pas la PEP. Que penser du risque de VILI en cas de Pmo basse mais de PEP à 0 ou 20 cmH<sub>2</sub>O ? De plus, la pression motrice est égale à 0 cmH<sub>2</sub>O en VHFO pourtant reconnue non protectrice dans le SDRA [12]. Des essais randomisés sont nécessaires pour objectiver un éventuel effet protecteur de la Pmo limitée, et son poids face aux autres paramètres de ventilation protectrice.

#### b) La puissance mécanique

Récemment, Gattinoni et *al.* ont proposé une approche plus globale et dynamique. Les VILI résultent de l'interaction entre ce que le respirateur délivre et comment le parenchyme pulmonaire y réagit. Il est possible de mesurer la puissance mécanique que le respirateur délivre au poumon en analysant la courbe pression volume. Calculer la puissance mécanique délivrée au poumon par une équation dérivée de celle classique du mouvement semble fiable. Ce paramètre synthétique de puissance mécanique mérite évaluation pour validation en tant qu'outil au lit du patient pour évaluer si la ventilation appliquée a bien un caractère protecteur pour le poumon [43].

### **B. Problématique et hypothèse**

Les complications pulmonaires post-opératoires sont fréquentes, situées au deuxième rang après les infections de site opératoire [30], [44]. Les lésions induites par la ventilation mécanique sont sources de complications pulmonaires post-opératoires qui augmentent la durée de séjour hospitalier, la morbi-mortalité et le coût de la prise en charge globale [31].

Au bloc opératoire, les réglages du Vt, du niveau de PEP et la réalisation des MRA ne sont pas inscrits dans des recommandations spécifiques. Le Vt entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal est largement admis, alors que le niveau de PEP et la réalisation de MRA sont encore

discutés [35], [39], [41], [45], [46]. Des études épidémiologiques ont montré que la pratique clinique s'en éloigne souvent [44], [47]. Certaines populations de patients sont plus à risques de ne pas bénéficier de ventilation protectrice au bloc opératoire : les femmes, les patients maigres et les obèses, la petite taille [48]–[50].

L'hypothèse de ce travail est que nos pratiques en ventilation au bloc opératoire sont éloignées des concepts soutenus par la littérature actuelle. Ainsi un retour d'expérience sur nos pratiques en ventilation mécanique au bloc opératoire, associé à des actions d'amélioration, pourrait diminuer l'écart aux recommandations.

### **C. Objectifs de l'étude**

L'objectif principal de notre étude était d'observer l'effet d'une intervention d'amélioration avec retour sur expérience sur les paramètres de ventilation mécanique au bloc opératoire.

L'objectif secondaire est de décrire l'évolution des paramètres de ventilation au bloc opératoire et parmi les différents groupes d'IMC suite au retour sur expérience et actions d'améliorations.

## **II. MATÉRIEL ET MÉTHODE**

### **A. Design de l'étude**

Cette étude observationnelle, mono centrique, prospective, de type avant après, s'est déroulée entre janvier 2016 et mars 2018 au CHU de Bordeaux. C'est une Évaluation des Pratiques Professionnelles n°379 validée par la Cellule d'Aide Méthodologique à l'Évaluation des Pratique Professionnelles. Elle a été déclarée auprès de l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des Produits de Santé sous l'identifiant de Recherches et Collections Biologiques n°2016-A00198-43 (Annexe I).

### **B. Population**

Les patients devant bénéficier d'une intervention chirurgicale sous anesthésie générale nécessitant une ventilation mécanique étaient inclus. Il pouvait s'agir de gynécologie-obstétrique, neurochirurgie, chirurgie urologie-vasculaire, chirurgie orthopédique, chirurgie infantile, chirurgie des Grands Brûlés, chirurgie en urgence, chirurgie ophtalmologique, chirurgie maxillo-faciale, chirurgie plastique et chirurgie de la main.

Les critères de non inclusion étaient définis par la réalisation d'une anesthésie locorégionale seule, et un âge < à 18 ans.

### **C. Données recueillies**

Les données relevées concernaient les caractéristiques du patient, les caractéristiques de la chirurgie et les caractéristiques de la ventilation.

Les données relatives aux patients concernaient : le sexe, l'âge, le poids, la taille, l'IMC, l'ASA et les antécédents respiratoires (SAOS, asthme, BPCO). Le poids idéal était calculé avec la formule de Devine. Les patients étaient considérés comme maigre quand l'IMC était < 18,5, normal quand l'IMC était compris entre 18,5 et < 25, en surpoids quand l'IMC était entre 25 et < 30, obèse quand l'IMC était compris entre 30 et < 35, obèse sévère quand l'IMC était entre 35 et < 40, et obèse morbide quand l'IMC était supérieur ou égal à 40.

Les données relatives à la chirurgie concernaient le caractère urgent ou non de la chirurgie.

Les données relatives à la ventilation mécanique concernaient :

- à l'induction : la réalisation ou non de MRA.
- au cours de l'entretien : l'interface patient – respirateur utilisée, le Vt en mL, en mL/kg de poids réel et en mL/kg de poids idéal, la PEP, la FiO<sub>2</sub> réglée, et la réalisation ou non de MRA.

#### **D. Intervention**

Au décours de la phase I, en Janvier et Février 2016, une fiche recueil de données papier (Annexe II) était distribuée dans les blocs opératoires, et remplie par les investigateurs.

Une phase d'action d'amélioration et de retour sur expérience était menée entre septembre 2017 et décembre 2017. Elle s'adressait au personnel médical et paramédical impliqué dans l'anesthésie au bloc opératoire, investigateurs de cette étude. Des fiches mémo sur la ventilation protectrice étaient distribuées et accrochées sur les respirateurs au bloc opératoire. Des mails d'information étaient diffusés. Les résultats de la phase I et l'objectif d'amélioration des pratiques visé étaient présentés dans les blocs opératoires et lors d'une soirée d'Enseignement Post Universitaire.

La phase II se déroulait en février et mars 2018, selon les mêmes modalités de recueil de données que la phase I. La fiche de recueil de données papier était modifiée (Annexe III) pour une meilleure lisibilité.

La figure 1 reprend le déroulement dans le temps de l'étude.

## **E. Critères de jugement**

Le critère de jugement principal était l'augmentation de l'utilisation d'un Vt compris entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal et d'une PEP  $\geq$  6 cmH<sub>2</sub>O que l'on nommait Vt / PEP +. Si le patient ne recevait pas un Vt compris entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal et/ou ne recevait pas une PEP  $\geq$  6 cmH<sub>2</sub>O on parlait de Vt / PEP -.

Pour critères de jugement secondaires, on décrivait pour les phases I et II, le Vt moyen, l'utilisation d'un Vt compris entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal, la PEP moyenne, l'utilisation d'une PEP  $\geq$  6 cmH<sub>2</sub>O, l'utilisation de MRA à l'induction ou pendant l'entretien de l'anesthésie ou les deux, l'utilisation d'une stratégie de ventilation protectrice complète associant Vt compris entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal PEP  $\geq$  6 cmH<sub>2</sub>O et MRA à l'induction ou pendant l'entretien de l'anesthésie ou les deux. Puis en fonction des groupes d'IMC, on observait l'évolution de la proportion de Vt / PEP +, de Vt compris entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal, de PEP  $\geq$  6 cmH<sub>2</sub>O, de MRA, et de l'association Vt compris entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal / PEP  $\geq$  6 cmH<sub>2</sub>O / MRA entre les phases I et II.

## **F. Analyse statistique**

L'analyse statistique a été réalisée sur le logiciel RStudio Team (2016) (RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL [44]).

Les variables quantitatives ont été exprimées en moyennes (écart type) en cas de distribution normale, ou médiane [percentile 25-75] en cas de distribution non normale. Le test t de Student a été utilisé pour comparer des variables quantitatives de distribution normale dont les effectifs étaient supérieurs à 30.

Les variables qualitatives ont été exprimées en pourcentages. Pour comparer les variables qualitatives, le test du Chi-2 était utilisé si les effectifs théoriques étaient  $>$  5. Le test du Chi-2 avec correction de Yates était utilisé si les effectifs théoriques étaient compris entre 3 et 5. Le test Le test Exact de Fisher était utilisé si un des effectifs théoriques était  $<$  3.

Les données manquantes excluaient les patients de l'analyse statistique.

### III. RÉSULTATS

#### A. Caractéristiques de la population

Lors de la phase I, 279 patients ont été inclus. Lors de la phase II, 256 patients ont été inclus.

Le tableau 1 décrit les caractéristiques de la population des phases I et II. La population de la phase I est comparable à la population de la phase II, sauf pour le niveau de PEP qui est plus élevé dans la phase II, la proportion de chirurgies urgentes qui sont plus fréquentes dans la phase II, la proportion de patients intubés plus importante dans la phase II, le mode de ventilation volume contrôlé plus utilisé dans la phase II.

#### B. Description de la ventilation : évolution entre les phases I et II

##### 1. Critère de jugement principal : Vt et PEP

Le caractère Vt / PEP + était connu pour 260 patients à la phase I et 250 patients à la phase 2. La proportion de Vt / PEP + passait de 15,4% à 54% entre les phases I et II avec  $p < 0,001$  (Figure 2a), soit une amélioration de 38,6%.

##### 2. Caractéristiques de la ventilation : Vt, PEP, MRA

Tous les résultats sont présentés dans le tableau 2.

Le Vt moyen en mL/kg de poids idéal est significativement différent entre les phases I et II, respectivement 7,4 (1,1) et 7,2 (0,86) mL/kg de poids idéal avec  $p = 0,028$ . La PEP moyenne est significativement différente entre les phases I et II, respectivement 3,4 (2,8) et 6 (1,7) cmH<sub>2</sub>O avec  $p < 0,001$ .

Un Vt compris entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal est utilisé chez 65% des patients à la phase I (169 sur 260) contre 80,8% des patients à la phase II (202 sur 250) ce qui est significativement différent avec  $p < 0,001$ . L'utilisation d'un Vt protecteur entre 6 à 8 mL/kg

de poids idéal augmente de façon statistiquement significative ( $p < 0,001$ ) de 15,8% entre les phases I et II (Figure 2b).

Une PEP  $\geq 6$  cmH<sub>2</sub>O est utilisée chez 20% des patients à la phase I (52 sur 260) et 65,2% des patients à la phase II (163 sur 250) ce qui est significativement différent avec  $p < 0,001$ . L'utilisation d'une PEP protectrice augmente de façon statistiquement significative ( $p < 0,001$ ) de 45,2% entre les phases I et II (Figure 2c).

La réalisation de MRA augmente entre les phases I et II, de façon statistiquement significative, et cela quel que soit le moment de réalisation c'est à dire pendant l'induction ou l'entretien de l'anesthésie ou les deux.

Dans la phase I, 3,9% des patients (10 sur 256) bénéficient de l'association Vt compris entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal, PEP  $\geq 6$  cmH<sub>2</sub>O, et réalisation d'au moins une MRA. Dans la phase II 39,8% des patients (96 sur 241) sont ventilés avec cette association Vt / PEP / MRA. Soit une augmentation de 35,9% entre les phases I et II, statistiquement significative avec  $p < 0,001$ .

### **3. IMC et ventilation**

La proportion de Vt / PEP + augmente dans tous les groupes d'IMC. La plus forte augmentation de l'utilisation de Vt / PEP + entre les phases I et II se voit dans le groupe d'IMC surpoids avec + 48,4%. La tendance à l'augmentation de l'application de Vt / PEP + avec l'augmentation de l'IMC se retrouve dans les phases I et II de l'étude (Figure 3a).

La proportion de V<sub>T</sub> protecteur augmente dans tous les groupes d'IMC. La tendance à l'augmentation de l'utilisation d'un V<sub>T</sub> protecteur avec l'augmentation de l'IMC se retrouve moins dans la phase II que dans la phase I de l'étude (Figure 3b). Il y a une homogénéisation de l'utilisation d'un Vt protecteur entre les différents groupes d'IMC.

La proportion de PEP  $\geq 6$  cmH<sub>2</sub>O augmente dans tous les groupes d'IMC. Le pourcentage de PEP  $\geq 6$  cmH<sub>2</sub>O augmente quand l'IMC augmente aussi bien dans les phases I et II de l'étude (Figure 3c).

La proportion de MRA augmente dans tous les groupes d'IMC dans les phases I et II de l'étude, sauf pour les obèses sévères où elle reste stable (Figure 3d).

#### IV. DISCUSSION

L'utilisation d'un Vt protecteur compris entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal associé à une PEP  $\geq$  6 cmH<sub>2</sub>O au bloc opératoire augmente significativement entre les phases I et II suite à la mise en place d'actions d'améliorations. L'augmentation de l'application d'une PEP  $\geq$  6 cmH<sub>2</sub>O est la principale explication de ce résultat. La réalisation des MRA augmente aussi de façon statistiquement significative entre les phases I et II.

Nous avons choisi comme critère de jugement principal l'utilisation d'un Vt compris entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal et d'une PEP  $\geq$  6 cmH<sub>2</sub>O. Le choix d'un Vt compris entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal comme protecteur est admis et peu contesté dans la littérature [9], [41], [51]–[53]. Ce Vt réduit doit être associé à l'application d'une PEP suffisante pour être protecteur [38]. L'application d'une PEP suit une logique physiologique en anesthésie, il n'y a pas d'arguments scientifiques en défaveur de l'application d'une PEP. C'est le niveau de PEP à appliquer chez chaque patient d'anesthésie qui est discuté. Notre choix a été guidé par des études où du dérecrutement est observé avec une PEP 5 cmH<sub>2</sub>O [33], [54]. Aussi Futier et al retiennent cette PEP minimale à 6 cmH<sub>2</sub>O dans leur concept POP et l'étude IMPROVE [41], [51]. La limite haute de PEP retenue dans le concept de POP ventilation sur poumons sains est de 8 cmH<sub>2</sub>O. Nous n'avons pas fixé de limite haute de PEP dans notre étude. Des obèses sont inclus dans notre population, et il semble approprié d'appliquer une PEP supérieure dans cette population. L'étude PROBESE devrait apporter plus d'éléments de réponse à cette question [55]. La réalisation des MRA est plus discutée. L'amélioration de la fonction pulmonaire notamment en terme de compliance et oxygénation est documentée chez les patients avec diminution de la CRF dans plusieurs études déjà citées [41]–[43]. Il semble selon une étude récente là aussi déjà citée, que l'application d'une PEP sans MRA suffise à limiter les atélectasies et améliorer compliance et oxygénation, dans une population à faible risque de complications pulmonaires, hors chirurgie abdominale [44]. Cet état de la littérature, et notre population dont le risque de complications pulmonaires post-opératoire n'est pas évalué, a motivé notre choix de ne pas inclure l'application des MRA dans le critère de jugement principal. La ventilation protectrice est donc à concevoir plus largement comme une prise en charge péri-opératoire, de la pré-oxygénation jusqu'en SSPI, et une association d'interventions multiples et synergiques [51]. De nouveau indices comme la Pmo, la

puissance mécanique, sont des pistes à explorer vers l'individualisation des paramètres de ventilation [4].

La population de la phase II de l'étude est comparable à celle de la phase I sauf pour l'urgence de la chirurgie et les caractéristiques de la ventilation. Dans la phase II de l'étude la proportion de chirurgies urgentes supérieure pourrait être expliquée par un plus grand nombre de patients inclus au bloc opératoire des urgences. Les caractéristiques de la ventilation que sont PEP, interface de ventilation et mode de ventilation sont différents entre les phases I et II de l'étude. Une partie de ces résultats était attendue compte tenu de l'intervention menée pour améliorer l'utilisation de la ventilation protectrice au bloc opératoire. La PEP est une des composantes de la ventilation protectrice. La proportion de patients intubés augmente entre les phases I et II. La réticence des praticiens à appliquer une PEP sur un masque laryngé et la peur de l'inhalation pourrait expliquer ce résultat et serait à investiguer auprès des cliniciens Français. Dans la première partie de notre étude, nous avons retrouvé que l'absence d'intubation trachéale était un facteur de risque indépendant de ventilation non protectrice. L'utilisation du masque laryngé est bien moins étendue en France par rapport aux pays Anglo-saxons. Dans une étude prospective sur plus de 65 000 patients, en l'absence de contre indication à l'utilisation du masque laryngé, l'inhalation n'est pas plus fréquente par rapport à l'intubation [56]. Les masques laryngés diminuent les nausées vomissements, les douleurs laryngées, les traumatismes des voies aériennes, la toux, et semblent moins délétères sur la fonction pulmonaire par rapport à l'intubation dans plusieurs essais randomisés [57], [58]. Une méta analyse de 2016 rassemble dix essais contrôlés randomisés de 1999 à 2013 et se confronte au peu d'études disponibles, avec de faibles effectifs ainsi qu'aux données manquantes. Elle ne retrouve de différence en faveur du masque laryngé que pour la toux, la voix enrouée et la désaturation. Il faut noter que le masque laryngé ne fait pas moins bien que l'intubation pour les autres critères notamment laryngospasme et inhalation. Le masque laryngé LMA Flexible, destiné à la chirurgie orale et de la face, était le seul utilisé dans ces essais [59]. Une méta analyse de 2017, qui rassemble différents types de masques laryngés, inclut des essais randomisés entre 1993 et 2013, au cours desquels le choix de la taille du masque laryngé et de l'inflation du ballonnet sont raisonnés. Elle ne retrouve pas de différence évidente entre masque laryngé et intubation concernant les complications post opératoires sur les voies aériennes

en terme de toux, dysphonie, dysphagie, douleur laryngée, laryngospasme et sang retrouvé sur le dispositif. Le masque laryngé nouvelle génération LMA Supreme semble lié à moins de complications post opératoires sur les voies aériennes [60]. Les masques laryngés de nouvelle génération ont des pressions de fuite supérieures à 20 cmH<sub>2</sub>O voire 25 à 30 cmH<sub>2</sub>O [61]. L'application d'une PEP sans fuites est donc souvent possible. Chez les enfants le masque laryngé présente aussi des avantages en terme de complications respiratoires et permet l'application d'une PEP [62], [63]. Le masque laryngé pourrait même trouver sa place en obstétrique au sein d'une population bien sélectionnée dans les années à venir, même si des études sont encore nécessaires [64], [65]. Concernant la population obèse avec un IMC < 35, peu d'études sont disponibles. Elles retrouvent certains bénéfices en terme d'oxygénation et de toux post opératoire. Il n'y a pas de cas rapportés d'inhalation, de mortalité ou de complications graves mais il s'agit de petits effectifs compte tenu de la faible incidence de ces événements. Enfin on rapporte plus de fuites sur les masques laryngés dans cette population obèse [66], [67]. En l'absence de contre indication, le masque laryngé est donc une alternative sécuritaire à l'intubation, permet d'appliquer une ventilation avec V<sub>T</sub> et PEP protecteur, et contribue à diminuer les complications respiratoires. Il serait inadapté d'intuber des patients qui auraient pu bénéficier d'un masque laryngé en opposant l'argument de la ventilation protectrice. Observer la place et l'utilisation du masque laryngé au sein de notre structure, pour en optimiser les indications et l'utilisation serait une étude à mener.

Entre 5 à 10% des patients chirurgicaux développent des complications pulmonaires post-opératoires, et jusqu'à 40% en cas de chirurgie abdominale [69], [70]. Ainsi, les essais randomisés sur la ventilation protectrice au bloc opératoire sont régulièrement menés en chirurgie digestive, une population à risque de complications pulmonaires post-opératoire accrues [35], [41], [71]. Nous ne disposons pas des données du bloc opératoire dédié à la chirurgie digestive dans notre centre. De la chirurgie de l'obésité est réalisée sur ce même site. D'après les modifications physiopathologiques respiratoires dues à l'obésité, une PEP plus élevée devrait bénéficier à cette population. Les résultats de l'essai PROBESE actuellement en cours seront intéressants à discuter et confronter à nos pratiques et complications post opératoires sur ce site [55].

La population pédiatrique est exclue de l'analyse de notre étude. La littérature chez l'enfant à propos de la ventilation au bloc opératoire est pauvre. La définition de la ventilation protectrice chez l'enfant au poumon sain au cours de l'entretien de l'anesthésie n'est pas établie [72], [73]. Une action d'amélioration homogène avec celle réalisée chez l'adulte n'était pas possible. La fiche mémo créée n'était pas applicable en anesthésie pédiatrique. L'analyse du registre PEDIAVENT, qui recueille les paramètres de ventilation en anesthésie pédiatrique en France, a donné lieu à une thèse soutenue en 2017. Il retrouve environ 20% de hauts Vt rapportés au poids des patients, moins de 20% de MRA [74]. Il serait intéressant de confronter ces résultats à notre pratique locale, et d'envisager un essai randomisé visant à évaluer les bénéfices de la ventilation protectrice en anesthésie pédiatrique.

Une des forces de notre étude réside dans le fait qu'il s'agit d'une étude prospective, observant les pratiques en anesthésie polyvalente et multidisciplinaire, chez une majorité d'ASA 1-2, sans y inclure la chirurgie cardio-thoracique qui nécessite une prise en charge spécialisée de la ventilation. L'anesthésie pouvait indifféremment être pratiquée par un anesthésiste junior ou sénior afin d'éviter un biais de réalisation. Le choix d'un critère composite, associant Vt en mL/kg de poids idéal et PEP, pour qualifier la ventilation était indispensable d'après le concept de ventilation protectrice.

Le recueil par l'intermédiaire d'une fiche papier constitue une des limites de l'étude. Les paramètres réglés ou administrés ne sont pas différenciés. Les investigateurs sont informés de leur participation à l'étude et le font selon leur bon vouloir, un effet Hawthorne est donc probable. De plus la réévaluation est précoce après l'intervention d'amélioration.

## V. CONCLUSION

Cette étude a permis une amélioration de nos pratiques en ventilation au bloc opératoire. Plus que l'implémentation d'un protocole, une sensibilisation et une réflexion autour du concept de ventilation protectrice a été amorcé dans notre structure.

Une réévaluation à distance, en aveugle serait intéressante pour diminuer les biais et observer l'ancrage de l'utilisation d'un Vt protecteur et d'une PEP. Il serait original de réaliser un essai randomisé comparant la réalisation à l'absence de MRA, dans une population à faible risque, ventilée avec un Vt protecteur et une PEP optimisée, dont le critère de jugement principal serait les complications pulmonaires post-opératoires. Un éclairage serait apporté à la question de la place des MRA dans les populations à faible risque. D'autre part, une étude dédiée en pédiatrie serait d'un apport certain compte tenu de la faiblesse de la littérature actuelle.

## RÉFÉRENCES

---

- [1] K. Kuchnicka et D. Maciejewski, « Ventilator-associated lung injury », *Anaesthesiol. Intensive Ther.*, vol. 45, n° 3, p. 164-170, 2013.
- [2] C. Chopin, « L'histoire de la ventilation mécanique: des machines et des hommes », *Réanimation*, vol. 16, n° 1, p. 4-12, févr. 2007.
- [3] D. Dreyfuss, P. Soler, G. Basset, et G. Saumon, « High Inflation Pressure Pulmonary Edema: Respective Effects of High Airway Pressure, High Tidal Volume, and Positive End-expiratory Pressure », *Am. Rev. Respir. Dis.*, vol. 137, n° 5, p. 1159-1164, mai 1988.
- [4] T. Tonetti *et al.*, « Driving pressure and mechanical power: new targets for VILI prevention », *Ann. Transl. Med.*, vol. 5, n° 14, p. 286, juill. 2017.
- [5] A. S. Slutsky et V. M. Ranieri, « Ventilator-induced lung injury », *N. Engl. J. Med.*, vol. 369, n° 22, p. 2126-2136, nov. 2013.
- [6] J. Mead, T. Takishima, et D. Leith, « Stress distribution in lungs: a model of pulmonary elasticity », *J. Appl. Physiol.*, vol. 28, n° 5, p. 596-608, mai 1970.
- [7] H. H. Webb et D. F. Tierney, « Experimental pulmonary edema due to intermittent positive pressure ventilation with high inflation pressures. Protection by positive end-expiratory pressure », *Am. Rev. Respir. Dis.*, vol. 110, n° 5, p. 556-565, nov. 1974.
- [8] V. M. Ranieri *et al.*, « Effect of Mechanical Ventilation on Inflammatory Mediators in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Controlled Trial », *JAMA*, vol. 282, n° 1, p. 54-61, juill. 1999.
- [9] Acute Respiratory Distress Syndrome Network *et al.*, « Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome », *N. Engl. J. Med.*, vol. 342, n° 18, p. 1301-1308, 04 2000.
- [10] R. M. Determann *et al.*, « Ventilation with lower tidal volumes as compared with conventional tidal volumes for patients without acute lung injury: a preventive randomized controlled trial », *Crit. Care Lond. Engl.*, vol. 14, n° 1, p. R1, 2010.
- [11] P. L. Silva, D. Negrini, et P. R. M. Rocco, « Mechanisms of ventilator-induced lung injury in healthy lungs », *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol.*, vol. 29, n° 3, p. 301-313, sept. 2015.
- [12] « Recommandations pour la prise en charge du SDRA - La SFAR », *Société Française d'Anesthésie et de Réanimation*, 06-mars-2018. [En ligne]. Disponible sur: <http://sfar.org/recommandations-prise-charge-sdra/>. [Consulté le: 17-juin-2018].
- [13] D. N. Hager, J. A. Krishnan, D. L. Hayden, et R. G. Brower, « Tidal Volume Reduction in Patients with Acute Lung Injury When Plateau Pressures Are Not High », *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, vol. 172, n° 10, p. 1241-1245, nov. 2005.
- [14] P. P. Terragni *et al.*, « Tidal Hyperinflation during Low Tidal Volume Ventilation in Acute Respiratory Distress Syndrome », *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, vol. 175, n° 2, p. 160-166, janv. 2007.
- [15] L. Gattinoni et A. Pesenti, « The concept of "baby lung" », *Intensive Care Med.*, vol. 31, n° 6, p. 776-784, juin 2005.
- [16] H. Rozé, J.-C. M. Richard, et A. Ouattara, « Monitoring de la ventilation au cours du SDRA : de la pression de plateau à la pression motrice », p. 18.
- [17] M. B. P. Amato *et al.*, « Driving pressure and survival in the acute respiratory distress

syndrome », *N. Engl. J. Med.*, vol. 372, n° 8, p. 747-755, févr. 2015.

[18] M. B. Amato *et al.*, « Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome », *N. Engl. J. Med.*, vol. 338, n° 6, p. 347-354, févr. 1998.

[19] M. O. Meade *et al.*, « Ventilation Strategy Using Low Tidal Volumes, Recruitment Maneuvers, and High Positive End-Expiratory Pressure for Acute Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Controlled Trial », *JAMA*, vol. 299, n° 6, p. 637-645, févr. 2008.

[20] R. G. Brower *et al.*, « Higher versus lower positive end-expiratory pressures in patients with the acute respiratory distress syndrome », *N. Engl. J. Med.*, vol. 351, n° 4, p. 327-336, juill. 2004.

[21] C. L. Hodgson *et al.*, « A randomised controlled trial of an open lung strategy with staircase recruitment, titrated PEEP and targeted low airway pressures in patients with acute respiratory distress syndrome », *Crit. Care*, vol. 15, n° 3, p. R133, 2011.

[22] A. Mercat *et al.*, « Positive End-Expiratory Pressure Setting in Adults With Acute Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Controlled Trial », *JAMA*, vol. 299, n° 6, p. 646-655, févr. 2008.

[23] D. Talmor *et al.*, « Mechanical Ventilation Guided by Esophageal Pressure in Acute Lung Injury », *N. Engl. J. Med.*, vol. 359, n° 20, p. 2095-2104, nov. 2008.

[24] J. B. Borges *et al.*, « Reversibility of Lung Collapse and Hypoxemia in Early Acute Respiratory Distress Syndrome », *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, vol. 174, n° 3, p. 268-278, août 2006.

[25] G. F. de Matos *et al.*, « How large is the lung recruitability in early acute respiratory distress syndrome: a prospective case series of patients monitored by computed tomography », *Crit. Care*, vol. 16, n° 1, p. R4, 2012.

[26] R. M. Kacmarek *et al.*, « Open Lung Approach for the Acute Respiratory Distress Syndrome: A Pilot, Randomized Controlled Trial\* », *Crit. Care Med.*, vol. 44, n° 1, p. 32-42, janv. 2016.

[27] C. Hodgson *et al.*, « Recruitment manoeuvres for adults with acute respiratory distress syndrome receiving mechanical ventilation », *Cochrane Database Syst. Rev.*, vol. 11, p. CD006667, 17 2016.

[28] E. A. Suzumura *et al.*, « Effects of alveolar recruitment maneuvers on clinical outcomes in patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis », *Intensive Care Med.*, vol. 40, n° 9, p. 1227-1240, sept. 2014.

[29] Writing Group for the Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome Trial (ART) Investigators *et al.*, « Effect of Lung Recruitment and Titrated Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) vs Low PEEP on Mortality in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial », *JAMA*, vol. 318, n° 14, p. 1335-1345, 10 2017.

[30] J. B. Dimick, S. L. Chen, P. A. Taheri, W. G. Henderson, S. F. Khuri, et D. A. Campbell, « Hospital costs associated with surgical complications: a report from the private-sector National Surgical Quality Improvement Program », *J. Am. Coll. Surg.*, vol. 199, n° 4, p. 531-537, oct. 2004.

[31] W.-J. Gu, F. Wang, et J.-C. Liu, « Effect of lung-protective ventilation with lower tidal volumes on clinical outcomes among patients undergoing surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials », *CMAJ Can. Med. Assoc. J. J. Assoc. Medicale Can.*, vol. 187, n°

3, p. E101-109, févr. 2015.

[32] T. A. Treschan *et al.*, « Ventilation with low tidal volumes during upper abdominal surgery does not improve postoperative lung function », *Br. J. Anaesth.*, vol. 109, n° 2, p. 263-271, août 2012.

[33] S. Wirth, M. Baur, J. Spaeth, J. Guttmann, et S. Schumann, « Intraoperative positive end-expiratory pressure evaluation using the intratidal compliance-volume profile », *Br. J. Anaesth.*, vol. 114, n° 3, p. 483-490, mars 2015.

[34] M. A. Levin, P. J. McCormick, H. M. Lin, L. Hosseinian, et G. W. Fischer, « Low intraoperative tidal volume ventilation with minimal PEEP is associated with increased mortality », *BJA Br. J. Anaesth.*, vol. 113, n° 1, p. 97-108, juill. 2014.

[35] PROVE Network Investigators for the Clinical Trial Network of the European Society of Anaesthesiology, S. N. T. Hemmes, M. Gama de Abreu, P. Pelosi, et M. J. Schultz, « PROVHILO - High versus low positive end-expiratory pressure during general anaesthesia for open abdominal surgery (PROVHILO trial): a multicentre randomised controlled trial », *Lancet Lond. Engl.*, vol. 384, n° 9942, p. 495-503, août 2014.

[36] A. Serpa Neto *et al.*, « Protective versus Conventional Ventilation for Surgery: A Systematic Review and Individual Patient Data Meta-analysis », *Anesthesiology*, vol. 123, n° 1, p. 66-78, juill. 2015.

[37] E. Futier *et al.*, « Noninvasive Ventilation and Alveolar Recruitment Maneuver Improve Respiratory Function during and after Intubation of Morbidly Obese Patients A Randomized Controlled Study », *Anesthesiol. J. Am. Soc. Anesthesiol.*, vol. 114, n° 6, p. 1354-1363, juin 2011.

[38] D. Aretha *et al.*, « Safety and effectiveness of alveolar recruitment maneuvers and positive end-expiratory pressure during general anesthesia for cesarean section: a prospective, randomized trial », *Int. J. Obstet. Anesth.*, vol. 30, p. 30-38, mai 2017.

[39] B. L. Hartland, T. J. Newell, et N. Damico, « Alveolar Recruitment Maneuvers Under General Anesthesia: A Systematic Review of the Literature », *Respir. Care*, vol. 60, n° 4, p. 609-620, janv. 2015.

[40] E. Östberg, A. Thorisson, M. Enlund, H. Zetterström, G. Hedenstierna, et L. Edmark, « Positive End-expiratory Pressure Alone Minimizes Atelectasis Formation in Nonabdominal Surgery A Randomized Controlled Trial », *Anesthesiol. J. Am. Soc. Anesthesiol.*, vol. 128, n° 6, p. 1117-1124, juin 2018.

[41] E. Futier *et al.*, « A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery », *N. Engl. J. Med.*, vol. 369, n° 5, p. 428-437, août 2013.

[42] on behalf of the investigators of the Acurasys and Proseva trials *et al.*, « Effect of driving pressure on mortality in ARDS patients during lung protective mechanical ventilation in two randomized controlled trials », *Crit. Care*, vol. 20, n° 1, déc. 2016.

[43] L. Gattinoni *et al.*, « Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power », *Intensive Care Med.*, vol. 42, n° 10, p. 1567-1575, oct. 2016.

[44] LAS VEGAS investigators, « Epidemiology, practice of ventilation and outcome for patients at increased risk of postoperative pulmonary complications: LAS VEGAS - an observational study in 29 countries », *Eur. J. Anaesthesiol.*, vol. 34, n° 8, p. 492-507, 2017.

[45] E. Futier, « Positive end-expiratory pressure in surgery: good or bad? », *The Lancet*, vol. 384, n° 9942, p. 472-474, août 2014.

[46] K. Ladha *et al.*, « Intraoperative protective mechanical ventilation and risk of

postoperative respiratory complications: hospital based registry study », *BMJ*, vol. 351, p. h3646, juill. 2015.

[47] D. R. Hess, D. Kondili, E. Burns, E. A. Bittner, et U. H. Schmidt, « A 5-year observational study of lung-protective ventilation in the operating room: a single-center experience », *J. Crit. Care*, vol. 28, n° 4, p. 533.e9-15, août 2013.

[48] S. Jaber *et al.*, « A multicentre observational study of intra-operative ventilatory management during general anaesthesia: tidal volumes and relation to body weight », *Anaesthesia*, vol. 67, n° 9, p. 999-1008, sept. 2012.

[49] A. Fernandez-Bustamante, C. L. Wood, Z. V. Tran, et P. Moine, « Intraoperative ventilation: incidence and risk factors for receiving large tidal volumes during general anaesthesia », *BMC Anesthesiol.*, vol. 11, p. 22, nov. 2011.

[50] J. P. Wanderer *et al.*, « Temporal trends and current practice patterns for intraoperative ventilation at U.S. academic medical centers: a retrospective study », *BMC Anesthesiol.*, vol. 15, mars 2015.

[51] E. Futier, E. Marret, et S. Jaber, « POP - Perioperative Positive Pressure Ventilation: An Integrated Approach to Improve Pulmonary Care », *Anesthesiology*, vol. 121, n° 2, p. 400-408, août 2014.

[52] E. Masson, « Ventilation protectrice pour tous ? (œdème pulmonaire cardiogénique, embolie pulmonaire, asthme, BPCO) », *EM-Consulte*. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.em-consulte.com/article/1197730/article/ventilation-protectrice-pour-tous-?deme-pulmonair>. [Consulté le: 26-févr-2018].

[53] A. Serpa Neto *et al.*, « Association between use of lung-protective ventilation with lower tidal volumes and clinical outcomes among patients without acute respiratory distress syndrome: a meta-analysis », *JAMA*, vol. 308, n° 16, p. 1651-1659, oct. 2012.

[54] S. Wirth, L. Artner, T. Broß, S. Lozano-Zahonero, J. Spaeth, et S. Schumann, « Intratidal recruitment/derecruitment persists at low and moderate positive end-expiratory pressure in paediatric patients », *Respir. Physiol. Neurobiol.*, vol. 234, p. 9-13, 2016.

[55] for the PROBESE investigators *et al.*, « Protective intraoperative ventilation with higher versus lower levels of positive end-expiratory pressure in obese patients (PROBESE): study protocol for a randomized controlled trial », *Trials*, vol. 18, n° 1, déc. 2017.

[56] A. Bernardini et G. Natalini, « Risk of pulmonary aspiration with laryngeal mask airway and tracheal tube: analysis on 65 712 procedures with positive pressure ventilation », *Anaesthesia*, vol. 64, n° 12, p. 1289-1294.

[57] G. Natalini, M. E. Franceschetti, C. Pletti, D. Recupero, G. Lanza, et A. Bernardini, « Impact of laryngeal mask airway and tracheal tube on pulmonary function during the early postoperative period », *Acta Anaesthesiol. Scand.*, vol. 46, n° 5, p. 525-528.

[58] R. Sharma, C. K. Dua, et K. N. Saxena, « A randomised controlled study comparing the effects of laryngeal mask airway and endotracheal tube on early postoperative pulmonary functions », *Singapore Med. J.*, vol. 52, n° 12, p. 874-878, déc. 2011.

[59] R. Xu, Y. Lian, et W. X. Li, « Airway Complications during and after General Anesthesia: A Comparison, Systematic Review and Meta-Analysis of Using Flexible Laryngeal Mask Airways and Endotracheal Tubes », *PLOS ONE*, vol. 11, n° 7, p. e0158137, juill. 2016.

[60] B. F. van Esch, I. Stegeman, et A. L. Smit, « Comparison of laryngeal mask airway vs tracheal intubation: a systematic review on airway complications », *J. Clin. Anesth.*, vol. 36, p. 142-150, févr. 2017.

[61] H. W. Shin *et al.*, « Comparison of oropharyngeal leak pressure and clinical

performance of LMA ProSeal™ and i-gel® in adults: Meta-analysis and systematic review », *J. Int. Med. Res.*, vol. 44, n° 3, p. 405-418, juin 2016.

[62] V. Luce *et al.*, « Supraglottic airway devices vs tracheal intubation in children: a quantitative meta-analysis of respiratory complications », *Pediatr. Anesth.*, vol. 24, n° 10, p. 1088-1098.

[63] K. Goldmann, C. Roettger, et H. Wulf, « Use of the ProSeal™ laryngeal mask airway for pressure-controlled ventilation with and without positive end-expiratory pressure in paediatric patients: a randomized, controlled study », *Br. J. Anaesth.*, vol. 95, n° 6, p. 831-834, déc. 2005.

[64] S. Saini, S. Ahuja, et K. Guleria, « To evaluate the use of ProSeal laryngeal mask airway in patients undergoing elective lower segment cesarean section under general anesthesia: A prospective randomized controlled study », *J. Obstet. Anaesth. Crit. Care*, vol. 6, n° 1, p. 16, 2016.

[65] S. Y. Li *et al.*, « Supreme™ laryngeal mask airway use in general Anesthesia for category 2 and 3 Cesarean delivery: a prospective cohort study », *BMC Anesthesiol.*, vol. 17, n° 1, déc. 2017.

[66] M. Zoremba, H. Aust, L. Eberhart, S. Braunecker, et H. Wulf, « Comparison between intubation and the laryngeal mask airway in moderately obese adults », *Acta Anaesthesiol. Scand.*, vol. 53, n° 4, p. 436-442.

[67] A. Nicholson, T. M. Cook, A. F. Smith, S. R. Lewis, et S. S. Reed, « Supraglottic airway devices versus tracheal intubation for airway management during general anaesthesia in obese patients », *Cochrane Database Syst. Rev.*, n° 9, p. CD010105, sept. 2013.

[68] S. P. Bender *et al.*, « Intraoperative Lung-Protective Ventilation Trends and Practice Patterns: A Report from the Multicenter Perioperative Outcomes Group », *Anesth. Analg.*, vol. 121, n° 5, p. 1231-1239, nov. 2015.

[69] V. A. Lawrence, R. Dhanda, S. G. Hilsenbeck, et C. P. Page, « Risk of Pulmonary Complications After Elective Abdominal Surgery », *Chest*, vol. 110, n° 3, p. 744-750, sept. 1996.

[70] R. M. Pearse *et al.*, « Mortality after surgery in Europe: a 7 day cohort study », *Lancet*, vol. 380, n° 9847, p. 1059-1065, sept. 2012.

[71] P. Severgnini *et al.*, « Protective Mechanical Ventilation during General Anesthesia for Open Abdominal Surgery Improves Postoperative Pulmonary Function »:, *Anesthesiology*, vol. 118, n° 6, p. 1307-1321, juin 2013.

[72] J. M. Feldman, « Optimal ventilation of the anesthetized pediatric patient », *Anesth. Analg.*, vol. 120, n° 1, p. 165-175, janv. 2015.

[73] M. C. J. Kneyber, « Intraoperative mechanical ventilation for the pediatric patient », *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol.*, vol. 29, n° 3, p. 371-379, sept. 2015.

[74] M. Lebossé et F. Baudin, *Ventilation protectrice en anesthésie pédiatrique: une étude multicentrique observationnelle française (registre Pediavent)*. Lyon, France, 2017.

## TABLEAUX

**Tableau 1.** Caractéristiques de la population, phases I et II

Variable	Première phase (n = 279)		Deuxième phase (n = 256)	
	Effectifs		Effectifs	
<b>Age (années)</b>	279	52,8 (18,3)	256	54,4 (18,2)
<b>Sexe</b>	279		256	
- Masculin		132 (47,3)		139 (54,3)
<b>Taille (cm)</b>	272	168,4 (9,6)	254	168,5 (9,4)
<b>Poids (kg)</b>				
- Idéal	272	62,2 (10,3)	254	62,6 (10,3)
- Réel	269	71,2 (17,2)	255	73,6 (17,9)
<b>Indice de masse corporelle (kg/m<sup>2</sup>)</b>	268	25,0 (5,1)	253	25,8 (5,2)
<b>Indice de masse corporelle adulte</b>	268		253	
- Maigre		19 (7,1)		9 (3,6)
- Normal		132 (49,3)		128 (50,6)
- Surpoids		80 (29,9)		70 (27,7)
- Obèse		24 (9,0)		28 (11,1)
- Obèse sévère		13 (4,9)		13 (5,1)
- Obèse morbide		0 (0,0)		5 (2,0)
<b>Score ASA</b>	256		250	
- 1-2		201 (78,5)		191 (76,4)
- 3-5		55 (21,5)		59 (23,6)
<b>Antécédent de maladie respiratoire</b>	245		246	
- Oui		41 (16,7)		30 (12,2)
<b>Niveau de PEP</b>	273		255	
- ≤ 5 cmH <sub>2</sub> O		112 (41,0)		11 (4,3)
- ≥ 6 cmH <sub>2</sub> O		161 (59,0)		244 (95,7)

<b>Chirurgie urgente</b>	228		252	
- oui		17 (7,5)		49 (19,4)
<b>Interface</b>	257		250	
- IOT		196 (76,3)		230 (92,0)
<b>Fraction inspirée en O2</b>	243	50,1 (9,7)	233	48,0 (8,8)
<b>Mode de ventilation</b>	248		248	
- Volume contrôlé		164 (66,1)		217 (87,5)
- Pression contrôlée		56 (22,6)		21 (8,5)
- Pression contrôlée volume garanti		28 (11,3)		10 (4,0)

---

**Tableau 2.** Caractéristiques de la ventilation, phases I et II.

Variable	Première phase (n = 260)		Deuxième phase (n = 250)		P valeur
	Effectifs		Effectifs		
<b>Volume courant moyen (ml/kgIW)</b>	260	7,4 (1,1)	250	7,2 (0,86)	0,028
<b>Volume courant [6-8] ml/kgIW</b>					
- Oui	260	169 (65,0)	250	202 (80,8)	< 0,001
<b>PEP moyenne (cmH2O)</b>	260	3,4 (2,8)	250	6,0 (1,7)	< 0,001
<b>PEP ≥ 6 cmH2O</b>					
- Oui	260	52 (20,0)	250	163 (65,2)	< 0,001
<b>MRA à l'induction</b>					
- Oui	190	20 (10,5)	225	98 (43,6)	< 0,001
<b>MRA pendant l'entretien</b>					
- Oui	168	31 (18,5)	205	113 (55,1)	< 0,001
<b>MRA durant toute l'anesthésie</b>					
- Oui	233	39 (16,7)	234	135 (57,7)	< 0,001
<b>Vt [6-8] + PEP ≥ 6 + MRA</b>					
- Oui	256	10 (3,9)	241	96 (39,8)	< 0,001

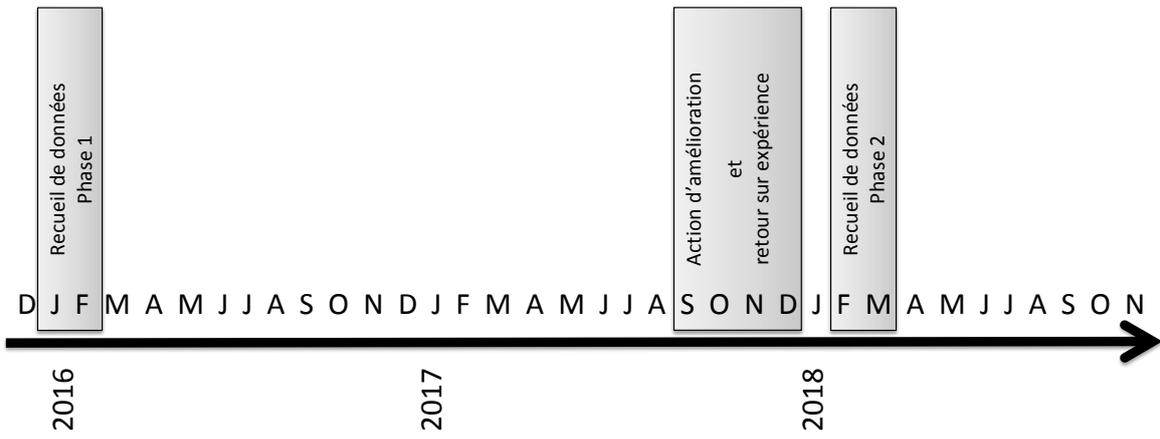
Données quantitatives : Test t de Student

Données qualitatives : Test du Chi-2

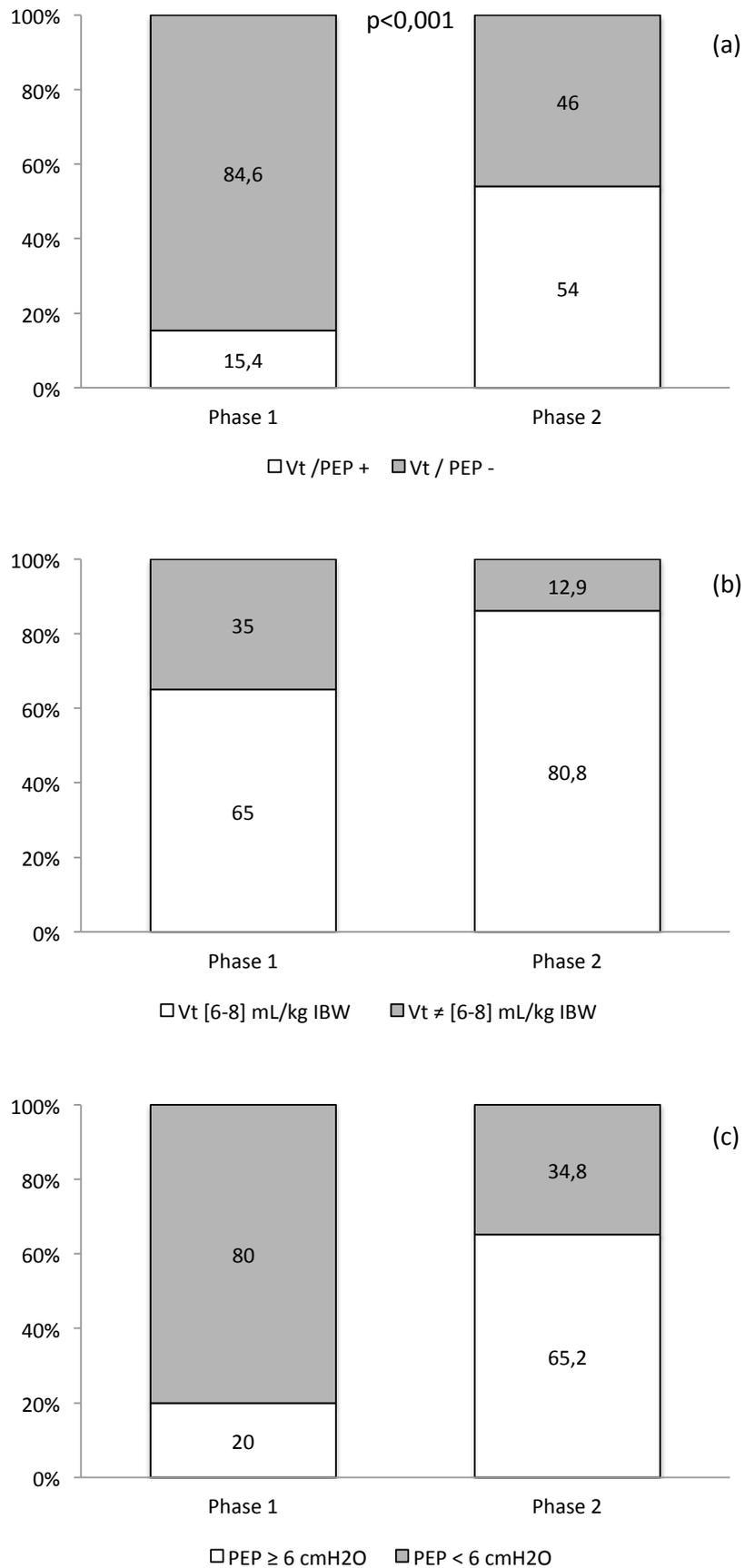
MRA : manœuvre de recrutement alvéolaire.

# FIGURES

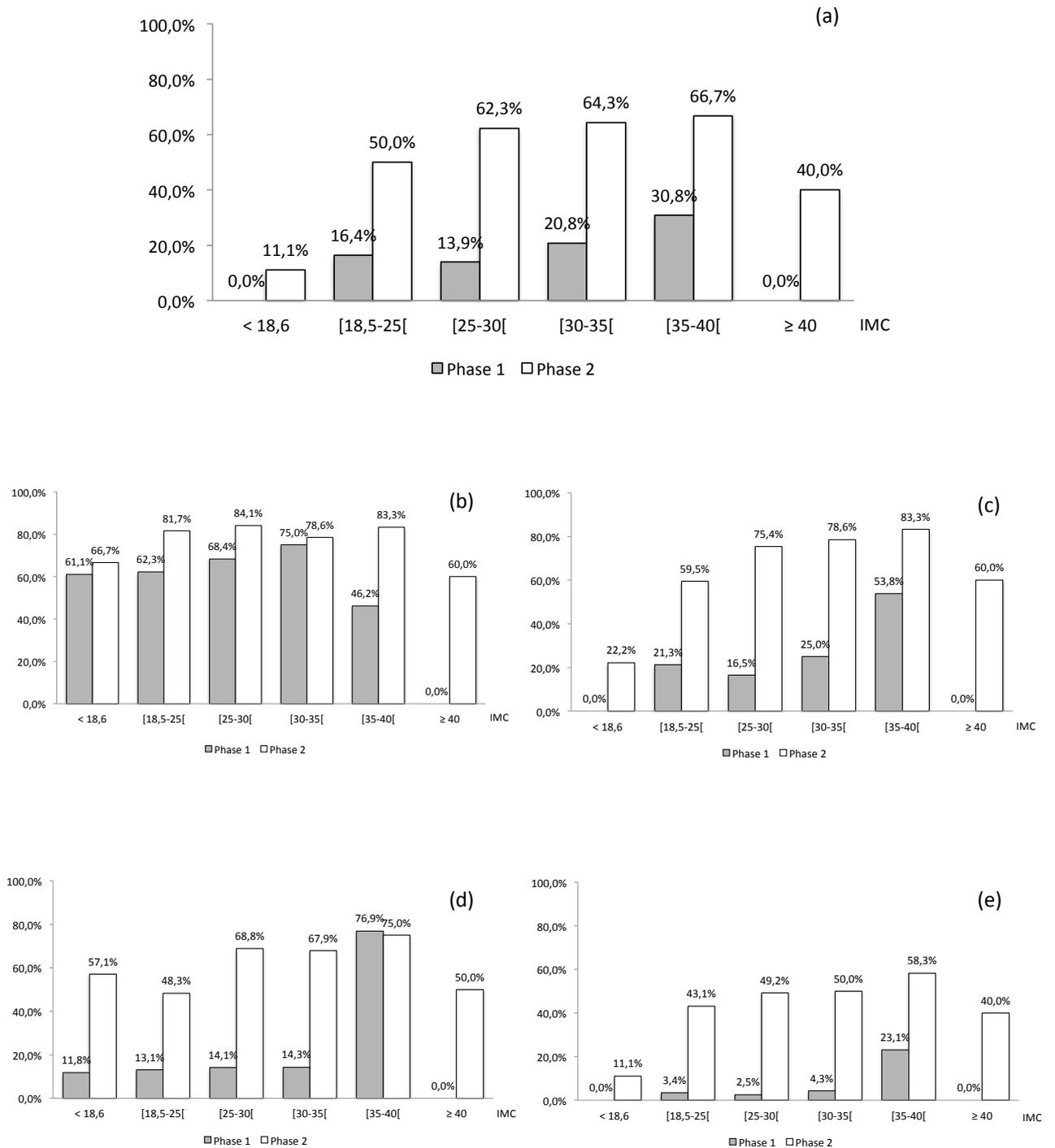
Figure 1. Diagramme de Gantt



**Figure 2.** Évolution de la proportion de Vt / PEP, Vt protecteur, PEP  $\geq$  6 cmH<sub>2</sub>O, entre les phases I et II.



**Figure 3.** Évolution de la proportion de Vt / PEP + (a), Vt protecteur (b), PEP ≥ 6 cmH<sub>2</sub>O (c), MRA réalisées (d) et de l'association Vt / PEP / MRA protecteurs (e) entre les phases I et II en fonction des groupes d'IMC.



# ANNEXES

---

## Annexe I

Agence nationale  
de sécurité du médicament  
et des produits de santé

### BORDEREAU D'ENREGISTREMENT RECHERCHES ET COLLECTIONS BIOLOGIQUES (RCB)

Date : 31/01/2016

#### 1. INFORMATIONS SUR LE DEMANDEUR

Raison sociale : CHU DE BORDEAUX  
(ou nom s'il ne s'agit pas d'une personne morale)

Catégorie : Institutionnel

Adresse : PLACE AMELIE RABA LEON

Ville : BORDEAUX

Code postal : 33076

Pays : France

Nom du contact : Madame NOUETTE GAULAIN

Mail : karine.nouette-gaulain@chu-bordeaux.fr

Téléphone : 0556795515

Fax : +33 (0)5 56 79 61 96

#### 2. INFORMATIONS SUR LE DOSSIER

Titre complet de la recherche

EVALUATION des pratiques professionnelles courantes concernant les réglages des paramètres de la ventilation mécanique et/ou spontanée des patients au bloc opératoire au CHU de Bordeaux

Numéro ID RCB : 2016-A00198-43

Type RCB : Recherches visant à l'évaluation des soins courants

Type de dossier : Dossier initial

Annexe II

<b>Patients</b> Masculin Féminin Poids kg Taille .....cm Age ans ASA 1 2 3 4 5 Urgences : Non Oui <u>ATCD respiratoires</u> Aucun SAOS Asthme BPCO <b>Intervention :</b> Durée d'apports de fluides médicaux du début de l'induction à l'extubation : <b>Heure de début Induction :</b> <b>Heure Extubation :</b>	Date Salle n°... Bloc spécialités..... Site <b>Respirateur au bloc opératoire</b> Nom.....Marque Protoxyde d'azote possible : oui.....non <b>Respirateur en SSPI</b> NON OUI SI oui Nom.....Marque
---	--

INDUCTION	ENTRETIEN	REVEIL
Ag Intraveineux NON OUI <i>si oui Manuel AIVOC</i> Ag Halogénés NON OUI <i>si oui Manuel AINOC</i>	Ag Intraveineux NON OUI <i>si oui Manuel AIVOC</i> Ag Halogénés NON OUI <i>si oui Manuel AINOC</i>	Si réveil en Réanimation (ne pas remplir cette partie)
<b>Heure de début :</b> <b>Circuit :</b> Circuit machine Circuit manuel	<b>Interface</b> Masque Facial ML Intubation Carlens <b>Mode ventilatoire :</b> VC PC PC avec volume asservi	<b>Lieu :</b> Bloc SSPI <b>Circuit :</b> Machine .....Manuel ou mural
<b>Mode ventilatoire :</b> VS, CPAP, ou PEP uniquement AI PEP	Volume courant : ml Fréquence respiratoire : cycles/min I/E : PEP : NON OUI <i>si oui combien :</i>	<b>Mode ventilatoire :</b> VS, CPAP, AI PEP, VC : IDE Respirateur durant.....min; Capno : non oui
<b>Manœuvre de recrutement après intubation</b> NON OUI	<b>Manœuvre de recrutement</b> NON OUI <i>si oui combien :</i>	<b>Manœuvre de recrutement avant réveil</b> NON OUI
<b>Débit Gaz Frais :</b> l/min ou AINOC OXYGÈNE % AIR % Proto %	<b>Débit Gaz Frais :</b> l/min ou AINOC OXYGÈNE % AIR % Proto %	<b>Avant extubation</b> Débit Gaz Frais : l/min OXYGÈNE % AIR % <b>Heure Extubation :</b> Oxygène nasal après extubation >5min NON OUI SI oui combien l/min

Annexe III

<p><b>PATIENT</b>                  Masculin / Féminin                  Poids .....kg    Taille .....cm    Age.....ans                  ASA : 1 2 3 4 5                  Urgences : Non / Oui                  ATCD respiratoires : Aucun / SAOS / Asthme / BPCO                  Ambulatoire / Hospitalisation                  Intitulé <b>INTERVENTION</b> :  <b>DURÉE d'anesthésie (induction → extubation) :</b></p>	<p>Date .....                  Site ..... Bloc spécialités ..... Salle n°....  <b>RESPIRATEUR</b>  <b>au bloc opératoire</b>                  Nom ..... Marque .....                  Protoxyde d'azote possible : Non / Oui                  AINOC possible : Non / Oui  <b>en SSPI</b> Non / Oui                  Si oui Nom ..... Marque .....</p>
--	---

INDUCTION	ENTRETIEN	REVEIL
Ag IV NON / OUI <i>si oui Manuel/AIVOC</i> Ag Halogénés NON / OUI <i>si oui Manuel/AINOC</i> Sevo NON OUI Desflurane NON OUI	Ag IV NON / OUI <i>si oui Manuel/AIVOC</i> Ag Halogénés NON / OUI <i>si oui Manuel/AINOC</i> Sevo NON OUI Desflurane NON OUI	Si réveil en Réanimation ne pas remplir cette partie
<b>Circuit :</b> Circuit machine / Circuit manuel	<b>Interface</b> Masque Facial / ML / Intubation / Carlens <b>Mode ventilatoire :</b> VC / PC / PC avec volume asservi	<b>Lieu :</b> Bloc / SSPI <b>Circuit :</b> Machine / Manuel ou mural
<b>Mode ventilatoire :</b> VS / CPAP ou PEP seule / AI PEP	Volume courant <b>ml</b> Fréquence respiratoire <b>cycles/min</b> I/E PEP : NON/OUI <i>Si oui combien :</i>	<b>Mode ventilatoire :</b> VS / CPAP / AI PEP / VC IDE / VC respi durant.....min Capnographie NON / OUI
<b>Manœuvre de recrutement</b> après intubation NON / OUI	<b>Manœuvre de recrutement</b> NON / OUI <i>Si oui combien :</i>	<b>Manœuvre de recrutement avant réveil</b> NON / OUI
<b>Débit Gaz Frais :</b> l/min / AINOC	<b>Débit Gaz Frais</b> l/min ou AINOC	<b>Avant extubation</b> Débit Gaz Frais            l/min OXYGÈNE                    l/min ou            % AIR                            l/min ou            %
OXYGÈNE mesuré/réglé    /    % AIR    mesuré/réglé        /    % Proto    mesuré/réglé       /    %	OXYGÈNE mesuré/réglé    /    % AIR    mesuré/réglé        /    % Proto    mesuré/réglé       /    %	<b>Après extubation :</b> O2>5min NON / OUI Si oui combien            l/min

## MÉMO VENTILATION AU BLOC OPÉRATOIRE

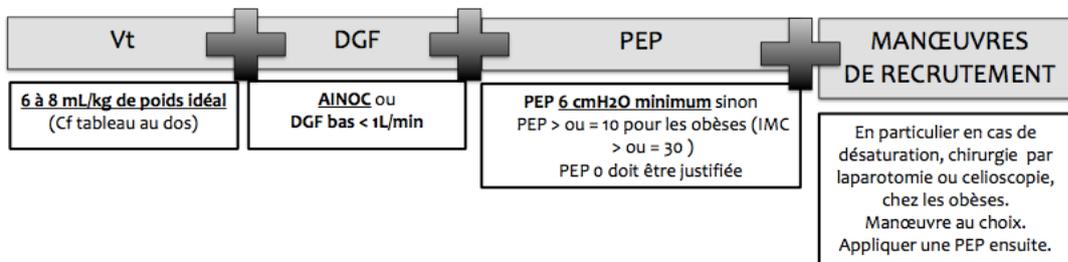
### INDUCTION

#### Sur Circuit de Ventilation mécanique du respirateur

Pré oxygéner en **VS-AI-PEP**  
surtout les obèses (+ position proclive) / SAOS

Manœuvres de recrutement après intubation si hémodynamique stable

### ENTRETIEN



Vt					
FEMME			HOMME		
Taille (cm)	Poids idéal (kg)	Vt 6-8mL/kg de poids idéal	Taille (cm)	Poids idéal (kg)	Vt 6-8mL/kg de poids idéal
150	43	258-344	150	48	288-384
155	48	288-384	155	52	312-416
160	52	312-416	160	57	342-456
165	57	342-456	165	61	366-488
170	61	366-488	170	66	396-528
175	66	396-528	175	70	420-560
180	70	420-560	180	75	450-600
185	75	450-600	185	80	480-640
190	80	480-640	190	84	504-672
195	84	504-672	195	89	534-712
200	89	534-712	200	93	558-744

### MANŒUVRES DE RECRUTEMENT

#### QUOI ?

Mode ventilation manuelle sur circuit machine, maintient **30 secondes** d'une pression continue **valve APL 30** cm H<sub>2</sub>O

ou

#### Incrémenter la PEP :

3 cycles respiratoires à PEP 10,  
3 cycles respiratoires à PEP 15,  
10 cycles respiratoires à PEP 20

(NB : D'autres manœuvres existent)

#### QUAND ?

Après l'intubation. Répéter régulièrement,  
au moins toutes les heures. En cas de  
désaturation.

#### ET APRÈS ?

Toujours appliquer une PEP.  
Éviter de déconnecter le patient du circuit.  
Diminuer la FIO<sub>2</sub>.

## SERMENT D'HIPPOCRATE

---

« Au moment d'être admise 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.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçue 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 déshonorée et méprisée si j'y manque. »

## **Évaluation des pratiques professionnelles à propos de la ventilation mécanique au bloc opératoire au CHU de Bordeaux : une étude clinique prospective observationnelle de type avant après**

**Objectif :** L'objectif de cette étude était d'observer l'effet d'une intervention d'amélioration avec retour sur expérience sur les paramètres de ventilation mécanique au bloc opératoire.

**Méthode :** Cinq cent trente cinq patients adultes d'anesthésie polyvalente ont été inclus dans cette étude observationnelle avant-après. Entre l'évaluation avant-après, avait lieu une phase d'action d'amélioration et de retour sur expérience. Elle s'adressait au personnel médical et paramédical impliqué dans l'anesthésie au bloc opératoire à travers des fiches mémo, des mails d'information, des réunions. Le critère de jugement principal était l'augmentation de l'utilisation d'un Vt protecteur entre 6 à 8 mL/kg de poids idéal associé à une PEP  $\geq$  6 cmH<sub>2</sub>O (Vt/PEP+).

**Résultats :** La proportion de Vt / PEP + passait de 15,4% à 54% entre les phases I et II, soit une amélioration de 38,6%, avec  $p < 0,001$ . La réalisation de MRA augmentait entre les phases I et II de façon statistiquement significative.

**Conclusion :** Cette étude a permis une amélioration de nos pratiques en ventilation au bloc opératoire. Plus que l'implémentation d'un protocole, une sensibilisation et une réflexion autour du concept de ventilation protectrice a été amorcé dans notre structure.

**Mots-clés :** évaluation des pratiques professionnelles, paramètres de ventilation mécanique, anesthésie

---

## **Audit and feedback about intraoperative mechanical ventilation in Bordeaux University Hospital : a clinical prospective observational before – after study**

**Objective :** The main objective of this study was to observe the effect of an improvement intervention with feedback on mechanical ventilation parameters in the operating room.

**Methods :** Five hundred and thirty-five adult patients with polyvalent anesthesia were included in this before-and-after observational study. Between the before and after evaluation, there was a phase of improvement and feedback action. It was addressed to medical and paramedical staff involved in anaesthesia in the operating room through memo cards, information emails and meetings. The primary endpoint was to increase the use of a protective Vt between 6 to 8 mL/kg ideal weight associated with a PEP  $\geq$  6 cmH<sub>2</sub>O (Vt/PEP+).

**Results :** The proportion of Vt / PEP + increased from 15.4% to 54% between phases I and II, representing an improvement of 38.6%, with  $p < 0.001$ . The use of alveolar recruitment manoeuvres increased between phases I and II in a statistically significant way  $p < 0.001$ .

**Conclusion :** This study has led to an improvement in our ventilation practices in the operating room. More than the implementation of a protocol, awareness and discussion around the concept of protective ventilation has been initiated in our structure.

**Mots-clés :** audit, mechanical ventilation, anesthesia

---

**Disciplines :** Anesthésie-Réanimation, Chirurgie polyvalente

---

UFR des Sciences Médicales, Université de Bordeaux,  
146 Rue Léo Saignat, 33076 BORDEAUX CEDEX