

**UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER**  
**FACULTÉS DE MÉDECINE**

---

ANNÉE 2022

2022 TOU3 1633

**THÈSE**

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

MÉDECINE SPÉCIALISÉE CLINIQUE

Présentée et soutenue publiquement

Par

**Pierre GOUDY**

Le 13 octobre 2022

**LE DÉCUBITUS VENTRAL JOUE-T-IL UN RÔLE DANS  
LE PRONOSTIC DES PATIENTS EN SDRA SOUS ECMO  
VEINO-VEINEUSE ?**

Directrice de Thèse : Dr Stéphanie RUIZ

**JURY**

Monsieur le Professeur Olivier FOURCADE	Président
Monsieur le Professeur Vincent MINVILLE	Assesseur
Monsieur le Professeur Thomas GEERAERTS	Assesseur
Madame la Docteure Fanny BOUNES	Assesseur
Madame la Docteure Stéphanie RUIZ	Suppléante
Monsieur le Docteur Bernard GEORGES	Membre invité
Monsieur le Docteur Jean-Marie CONIL	Membre invité

FACULTE DE SANTE  
Département Médecine Maieutique et Paramédicaux  
Tableau des personnels HU de médecine  
Mars 2022

Professeurs Honoraires

Doyen Honoraire	M. CHAP Huques	Professeur Honoraire	M. GHISOLFI Jacques
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur Honoraire	M. GLOCK Yves
Doyen Honoraire	M. LAZORTHES Yves	Professeur Honoraire	M. GOUZI Jean-Louis
Doyen Honoraire	M. PUEL Pierre	Professeur Honoraire	M. GRAND Alain
Doyen Honoraire	M. ROUGE Daniel	Professeur Honoraire	M. GUIRAUD CHAUMEIL Bernard
Doyen Honoraire	M. VINEL Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. HOFF Jean
Professeur Honoraire	M. ABBAL Michel	Professeur Honoraire	M. JOFFRE Francis
Professeur Honoraire	M. ADER Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LAGARRIGUE Jacques
Professeur Honoraire	M. ADOUE Daniel	Professeur Honoraire	M. LANG Thierry
Professeur Honoraire	M. ARBUS Louis	Professeur Honoraire	Mme LARENG Marie-Blanche
Professeur Honoraire	M. ARLET Philippe	Professeur Honoraire	M. LAURENT Guy
Professeur Honoraire	M. ARLET-SUAU Elisabeth	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Franck
Professeur Honoraire	M. ARNE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Yves
Professeur Honoraire	M. BARRET André	Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE Paul
Professeur Honoraire	M. BARTHE Philippe	Professeur Honoraire	M. MAGNAVAL Jean-François
Professeur Honoraire	M. BAYARD Francis	Professeur Honoraire	M. MALECAZE François
Professeur Honoraire	M. BLANCHER Antoine	Professeur Honoraire	M. MANELFE Claude
Professeur Honoraire	M. BOCCALON Henri	Professeur Honoraire	M. MANSAT Michel
Professeur Honoraire	M. BONAFE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. MARCHOU Bruno
Professeur Honoraire	M. BONEU Bernard	Professeur Honoraire	M. MASSIP Patrice
Professeur Honoraire	M. BONNEVILLE Paul	Professeur Honoraire	Mme MARTY Nicole
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. MAZIERES Bernard
Professeur Honoraire	M. BOUTAULT Franck	Professeur Honoraire	M. MONROZIES Xavier
Professeur Honoraire Associé	M. BROS Bernard	Professeur Honoraire	M. MOSCOVICI Jacques
Professeur Honoraire	M. BUGAT Roland	Professeur Honoraire	M. MURAT
Professeur Honoraire	M. CAHUZAC Jean-Philippe	Professeur Honoraire associé	M. NICODEME Robert
Professeur Honoraire	M. CARATERO Claude	Professeur Honoraire	M. OLIVES Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARLES Pierre	Professeur Honoraire	M. PARINAUD Jean
Professeur Honoraire	M. CARON Philippe	Professeur Honoraire	M. PASCAL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARRIERE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. PERRET Bertrand
Professeur Honoraire	M. CARTON Michel	Professeur Honoraire	M. PESSEY Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. CATHALA Bernard	Professeur Honoraire	M. PLANTE Pierre
Professeur Honoraire	M. CHABANON Gérard	Professeur Honoraire	M. PONTONNIER Georges
Professeur Honoraire	M. CHAMONTIN Bernard	Professeur Honoraire	M. POURRAT Jacques
Professeur Honoraire	M. CHAP Huques	Professeur Honoraire	M. PRADERE Bernard
Professeur Honoraire	M. CHAVOIN Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. PRIS Jacques
Professeur Honoraire	M. CLANET Michel	Professeur Honoraire	Mme PUEL Jacqueline
Professeur Honoraire	M. CONTE Jean	Professeur Honoraire	M. PUEL Pierre
Professeur Honoraire	M. COSTAGLIOLA Michel	Professeur Honoraire	M. PUJOL Michel
Professeur Honoraire	M. COTONAT Jean	Professeur Honoraire	M. QUERLEU Denis
Professeur Honoraire	M. DABERNAT Henri	Professeur Honoraire	M. RAILHAC Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. DAHAN Marcel	Professeur Honoraire	M. REGIS Henri
Professeur Honoraire	M. DALOUS Antoine	Professeur Honoraire	M. REGNIER Claude
Professeur Honoraire	M. DALY-SCHVEITZER Nicolas	Professeur Honoraire	M. REME Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. DAVID Jean-Frédéric	Professeur Honoraire	M. RISCHMANN Pascal
Professeur Honoraire	M. DELSOL Georges	Professeur Honoraire	M. RIVIERE Daniel
Professeur Honoraire	Mme DELISLE Marie-Bernadette	Professeur Honoraire	M. ROCHE Henri
Professeur Honoraire	Mme DIDIER Jacqueline	Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI Pierre
Professeur Honoraire	M. DUCOS Jean	Professeur Honoraire	M. ROLLAND Michel
Professeur Honoraire	M. DUFFAUT Michel	Professeur Honoraire	M. ROQUES-LATRILLE Christian
Professeur Honoraire	M. DUPRE M.	Professeur Honoraire	M. RUMEAU Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. DURAND Dominique	Professeur Honoraire	M. SALVADOR Michel
Professeur Honoraire associé	M. DUTAU Guy	Professeur Honoraire	M. SALVAYRE Robert
Professeur Honoraire	M. ESCHAPASSE Henri	Professeur Honoraire	M. SARRAMON Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. ESCOURROU Jean	Professeur Honoraire	M. SERRE Guy
Professeur Honoraire	M. ESQUERRE J.P.	Professeur Honoraire	M. SIMON Jacques
Professeur Honoraire	M. FABIÉ Michel	Professeur Honoraire	M. SUC Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. FABRE Jean	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT Jean-Paul
Professeur Honoraire	M. FOURNIAL Gérard	Professeur Honoraire	M. TREMOULET Michel
Professeur Honoraire	M. FOURNIE Bernard	Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE Pierre
Professeur Honoraire	M. FOURTANIER Gilles	Professeur Honoraire	M. VAYSSE Philippe
Professeur Honoraire	M. FRAYSSE Bernard	Professeur Honoraire	M. VINEL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. FREXINOS Jacques	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE Christian
Professeur Honoraire	Mme GENESTAL Michèle	Professeur Honoraire	M. VOIGT Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. GERAUD Gilles		

Professeurs Emérites

Professeur ARLET Philippe  
 Professeur BOUTAULT Franck  
 Professeur CARON Philippe  
 Professeur CHAMONTIN Bernard  
 Professeur CHAP Huques  
 Professeur GRAND Alain  
 Professeur LAGARRIGUE Jacques  
 Professeur LAURENT Guy  
 Professeur LAZORTHES Yves  
 Professeur MAGNAVAL Jean-François  
 Professeur MARCHOU Bruno  
 Professeur PERRET Bertrand  
 Professeur RISCHMANN Pascal  
 Professeur RIVIERE Daniel  
 Professeur ROUGE Daniel

**FACULTE DE SANTE**  
**Département Médecine Maieutique et Paramédicaux**

**P.U. - P.H.**  
**Classe Exceptionnelle et 1ère classe**

M. ACAR Philippe	Pédiatrie	Mme LAMANT Laurence (C.E)	Anatomie Pathologique
M. ACCADBLED Franck (C.E)	Chirurgie Infantile	M. LANGIN Dominique (C.E)	Nutrition
M. ALRIC Laurent (C.E)	Médecine Interne	Mme LAPRIE Anne	Radiothérapie
M. AMAR Jacques	Thérapeutique	M. LARRUE Vincent	Neurologie
Mme ANDRIEU Sandrine	Epidémiologie, Santé publique	M. LAUQUE Dominique (C.E)	Médecine d'Urgence
M. ARBUS Christophe	Psychiatrie	M. LAUWERS Frédéric	Chirurgie maxillo-faciale
M. ARNAL Jean-François (C.E)	Physiologie	M. LEOBON Bertrand	Chirurgie Thoracique et Cardio-vasculaire
M. ATTAL Michel (C.E)	Hématologie	M. LEVADE Thierry (C.E)	Biochimie
M. AVET-LOISEAU Hervé	Hématologie, transfusion	M. LIBLAU Roland (C.E)	Immunologie
M. BERRY Antoine	Parasitologie	M. MALAUAUD Bernard	Urologie
Mme BERRY Isabelle (C.E)	Biophysique	M. MANSAT Pierre	Chirurgie Orthopédique
M. BIRMES Philippe	Psychiatrie	M. MARQUE Philippe (C.E)	Médecine Physique et Réadaptation
M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie	M. MAS Emmanuel	Pédiatrie
M. BOSSAVY Jean-Pierre (C.E)	Chirurgie Vasculaire	M. MAURY Jean-Philippe (C.E)	Cardiologie
M. BRASSAT David	Neurologie	Mme MAZEREEUW Juliette	Dermatologie
M. BROUCHET Laurent	Chirurgie thoracique et cardio-vascul	M. MAZIERES Julien (C.E)	Pneumologie
M. BROUSSET Pierre (C.E)	Anatomie pathologique	M. MINVILLE Vincent	Anesthésiologie Réanimation
M. BUJAN Louis (C. E)	Urologie-Andrologie	M. MOLINIER Laurent (C.E)	Epidémiologie, Santé Publique
Mme BURA-RIVIERE Alessandra (C.E)	Médecine Vasculaire	M. MONTASTRUC Jean-Louis (C.E)	Pharmacologie
M. BUREAU Christophe	Hépatogastro-entérologie	Mme MOYAL Elisabeth (C.E)	Cancérologie
M. BUSCAILL Louis (C.E)	Hépatogastro-entérologie	M. MUSCARI Fabrice	Chirurgie Digestive
M. CALVAS Patrick (C.E)	Génétique	Mme NOURHASHEMI Fatemeh (C.E)	Gériatrie
M. CANTAGREL Alain (C.E)	Rhumatologie	M. OLIVOT Jean-Marc	Neurologie
M. CARRERE Nicolas	Chirurgie Générale	M. OSWALD Eric (C.E)	Bactériologie-Virologie
M. CARRIE Didier (C.E)	Cardiologie	M. PARIENTE Jérémie	Neurologie
M. CHAIX Yves	Pédiatrie	M. PAUL Carle (C.E)	Dermatologie
Mme CHARPENTIER Sandrine	Médecine d'urgence	M. PAYOUX Pierre (C.E)	Biophysique
M. CHAUFOUR Xavier	Chirurgie Vasculaire	M. PAYRASTRE Bernard (C.E)	Hématologie
M. CHAUVEAU Dominique	Néphrologie	M. PERON Jean-Marie (C.E)	Hépatogastro-entérologie
M. CHAYNES Patrick	Anatomie	M. RASCOL Olivier (C.E)	Pharmacologie
M. CHIRON Philippe (C.E)	Chir. Orthopédique et Traumatologie	Mme RAUZY Odile	Médecine Interne
M. CHOLLET François (C.E)	Neurologie	M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)	Psychiatrie Infantile
M. CONSTANTIN Arnaud	Rhumatologie	M. RECHER Christian (C.E)	Hématologie
M. COURBON Frédéric	Biophysique	M. RITZ Patrick (C.E)	Nutrition
Mme COURTADE SAIDI Monique (C.E)	Histologie Embryologie	M. ROLLAND Yves (C.E)	Gériatrie
M. DAMBRIN Camille	Chir. Thoracique et Cardiovasculaire	M. RONCALLI Jérôme	Cardiologie
M. DE BOISSEZON Xavier	Médecine Physique et Réadapt Fonct.	M. ROUGE Daniel (C.E)	Médecine Légale
M. DEGUINE Olivier (C.E)	Oto-rhino-laryngologie	M. ROUSSEAU Hervé (C.E)	Radiologie
M. DELABESSE Eric	Hématologie	M. ROUX Franck-Emmanuel	Neurochirurgie
M. DELOBEL Pierre	Maladies Infectieuses	M. SAILLER Laurent (C.E)	Médecine Interne
M. DELORD Jean-Pierre (C.E)	Cancérologie	M. SALES DE GAUZY Jérôme (C.E)	Chirurgie Infantile
M. DIDIER Alain (C.E)	Pneumologie	M. SALLES Jean-Pierre (C.E)	Pédiatrie
M. DUCOMMUN Bernard	Cancérologie	M. SANS Nicolas	Radiologie
Mme DULY-BOUHANICK Béatrice (C.E)	Thérapeutique	M. SCHMITT Laurent (C.E)	Psychiatrie
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie	Mme SELVES Janick (C.E)	Anatomie et cytologie pathologiques
M. FERRIERES Jean (C.E)	Epidémiologie, Santé Publique	M. SENARD Jean-Michel (C.E)	Pharmacologie
M. FOURCADE Olivier	Anesthésiologie	M. SERRANO Elie (C.E)	Oto-rhino-laryngologie
M. FOURNIÉ Pierre	Ophthalmologie	M. SIZUN Jacques (C.E)	Pédiatrie
M. GALINIER Michel (C.E)	Cardiologie	M. SOL Jean-Christophe	Neurochirurgie
M. GAME Xavier	Urologie	Mme SOTO-MARTIN Maria-Eugénia	Gériatrie et biologie du vieillissement
Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie, Santé publique	M. SOULAT Jean-Marc	Médecine du Travail
M. GEERAERTS Thomas	Anesthésiologie et réanimation	M. SOULIE Michel (C.E)	Urologie
Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel	Anatomie Pathologique	M. SUC Bertrand	Chirurgie Digestive
M. GOURDY Pierre (C.E)	Endocrinologie	Mme TAUBER Marie-Thérèse (C.E)	Pédiatrie
M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis (C.E)	Chirurgie plastique	M. TELMON Norbert (C.E)	Médecine Légale
Mme GUIMBAUD Rosine	Cancérologie	Mme TREMOLLIÈRES Florence	Biologie du développement
Mme HANAIRE Héléne (C.E)	Endocrinologie	Mme URO-COSTE Emmanuelle (C.E)	Anatomie Pathologique
M. HUYGHE Eric	Urologie	M. VAYSSIERE Christophe (C.E)	Gynécologie Obstétrique
M. IZOPET Jacques (C.E)	Bactériologie-Virologie	M. VELLAS Bruno (C.E)	Gériatrie
M. KAMAR Nassim (C.E)	Néphrologie	M. VERGEZ Sébastien	Oto-rhino-laryngologie

**P.U. Médecine générale**  
M. OUSTRIC Stéphane (C.E)

**FACULTE DE SANTE**  
**Département Médecine Maieutique et Paramédicaux**

**P.U. - P.H.**  
**2ème classe**

M. ABBO Olivier	Chirurgie infantile
M. AUSSEIL Jérôme	Biochimie et biologie moléculaire
Mme BONGARD Vanina	Epidémiologie, Santé publique
M. BONNEVILLE Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. BOUNES Vincent	Médecine d'urgence
Mme BOURNET Barbara	Gastro-entérologie
Mme CASPER Charlotte	Pédiatrie
M. CAVAIGNAC Etienne	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M. CHAPUT Benoit	Chirurgie plastique
M. COGNARD Christophe	Radiologie
Mme CORRE Jill	Hématologie
Mme DALENC Florence	Cancérologie
M. DE BONNECAZE Guillaume	Anatomie
M. DECRAMER Stéphane	Pédiatrie
M. EDOUARD Thomas	Pédiatrie
M. FAGUER Stanislas	Néphrologie
Mme FARÜCH BILFELD Marie	Radiologie et imagerie médicale
M. FRANCHITTO Nicolas	Addictologie
M. GARRIDO-STÖWHAS Ignacio	Chirurgie Plastique
M. GUIBERT Nicolas	Pneumologie
M. GUILLEMINAULT Laurent	Pneumologie
M. HERIN Fabrice	Médecine et santé au travail
M. LAIREZ Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
M. LAROCHE Michel	Rhumatologie
Mme LAURENT Camille	Anatomie Pathologique
M. LE CAIGNEC Cédric	Génétique
M. LEANDRI Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. LOPEZ Raphael	Anatomie
M. MARCHEIX Bertrand	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M. MARTIN-BLONDEL Guillaume	Maladies infectieuses, maladies tropicales
Mme MARTINEZ Alejandra	Gynécologie
M. MARX Mathieu	Oto-rhino-laryngologie
M. MEYER Nicolas	Dermatologie
M. PAGES Jean-Christophe	Biologie cellulaire
Mme PASQUET Marlène	Pédiatrie
M. PORTIER Guillaume	Chirurgie Digestive
M. PUGNET Grégory	Médecine interne
M. REINA Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. RENAUDINEAU Yves	Immunologie
Mme RUYSSSEN-WITRAND Adeline	Rhumatologie
Mme SAVAGNER Frédérique	Biochimie et biologie moléculaire
M. SAVALL Frédéric	Médecine légale
M. SILVA SIFONTES Stein	Réanimation
M. SOLER Vincent	Ophtalmologie
Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie
M. TACK Ivan	Physiologie
Mme VAYSSE Charlotte	Cancérologie
Mme VEZZOSI Delphine	Endocrinologie
M. YRONDI Antoine	Psychiatrie
M. YSEBAERT Loic	Hématologie

**P.U. Médecine générale**  
M. MESTHÉ Pierre  
Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eve

**Professeurs Associés**

**Professeur Associé de Médecine Générale**

M. ABITTEBOUL Yves  
Mme BOURGEOIS Odile  
M. BOYER Pierre  
M. CHICOULAA Bruno  
Mme IRI-DELAHAYE Motoko  
M. PIPONNIER David  
M. POUTRAIN Jean-Christophe  
M. STILLMUNKES André

**Professeur Associé de Bactériologie-Hygiène**

Mme MALAUAUD Sandra

**FACULTE DE SANTE**  
**Département Médecine Maieutique et Paramédicaux**

**MCU - PH**

Mme ABRAVANEL Florence	Bactériologie Virologie Hygiène	Mme GENNERO Isabelle	Biochimie
M. APOIL Pol Andre	Immunologie	Mme GENOUX Annelise	Biochimie et biologie moléculaire
Mme ARNAUD Catherine	Epidémiologie	Mme GRARE Marion	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme AUSSEIL-TRUDEL Stéphanie	Biochimie	M. GUERBY Paul	Gynécologie-Obstétrique
Mme BASSET Céline	Cytologie et histologie	Mme GUILBEAU-FRUGIER Céline	Anatomie Pathologique
Mme BELLIERES-FABRE Julie	Néphrologie	Mme GUYONNET Sophie	Nutrition
Mme BERTOLI Sarah	Hématologie, transfusion	M. HAMDJ Safouane	Biochimie
M. BIETH Eric	Génétique	Mme HITZEL Anne	Biophysique
Mme BREHIN Camille	Pneumologie	Mme INGUENEAU Cécile	Biochimie
M. BUSCAIL Etienne	Chirurgie viscérale et digestive	M. IRIART Xavier	Parasitologie et mycologie
Mme CAMARE Caroline	Biochimie et biologie moléculaire	Mme JONCA Nathalie	Biologie cellulaire
M. CAMBUS Jean-Pierre	Hématologie	M. KIRZIN Sylvain	Chirurgie générale
Mme CANTERO Anne-Valérie	Biochimie	Mme LAPEYRE-MESTRE Maryse	Pharmacologie
Mme CARFAGNA Luana	Pédiatrie	M. LEPAGE Benoit	Biostatistiques et Informatique médicale
Mme CASPAR BAUGUIL Sylvie	Nutrition	M. LHERMUSIER Thibault	Cardiologie
Mme CASSAGNE Myriam	Ophthalmologie	M. LHOMME Sébastien	Bactériologie-virologie
Mme CASSAING Sophie	Parasitologie	Mme MASSIP Clémence	Bactériologie-virologie
Mme CASSOL Emmanuelle	Biophysique	Mme MAUPAS SCHWALM Françoise	Biochimie
Mme CHANTALAT Elodie	Anatomie	Mme MONTASTIER Emilie	Nutrition
M. CHASSAING Nicolas	Génétique	M. MONTASTRUC François	Pharmacologie
M. CLAVEL Cyril	Biologie Cellulaire	Mme MOREAU Jessika	Biologie du dév. Et de la reproduction
Mme COLOMBAT Magali	Anatomie et cytologie pathologiques	Mme MOREAU Marion	Physiologie
M. CONGY Nicolas	Immunologie	M. MOULIS Guillaume	Médecine interne
Mme COURBON Christine	Pharmacologie	Mme NASR Nathalie	Neurologie
M. CUROT Jonathan	Neurologie	Mme NOGUEIRA M.L.	Biologie Cellulaire
Mme DAMASE Christine	Pharmacologie	Mme PERROT Aurore	Hématologie
Mme DE GLISEZENSKY Isabelle	Physiologie	M. PILLARD Fabien	Physiologie
M. DEDOUIT Fabrice	Médecine Légale	Mme PLAISANCIE Julie	Génétique
M. DEGBOE Yannick	Rhumatologie	Mme PUISSANT Bénédicte	Immunologie
M. DELMAS Clément	Cardiologie	Mme QUELVEN Isabelle	Biophysique et médecine nucléaire
M. DELPLA Pierre-André	Médecine Légale	Mme RAYMOND Stéphanie	Bactériologie Virologie Hygiène
M. DESPAS Fabien	Pharmacologie	M. REVET Alexis	Pédo-psychiatrie
M. DUBOIS Damien	Bactériologie Virologie Hygiène	M. RIMAILHO Jacques	Anatomie et Chirurgie Générale
Mme ESQUIROL Yolande	Médecine du travail	Mme SABOURDY Frédérique	Biochimie
Mme EVRARAD Solène	Histologie, embryologie et cytologie	Mme SAUNE Karine	Bactériologie Virologie
Mme FILLAUX Judith	Parasitologie	Mme SIEGFRIED Aurore	Anatomie et cytologie pathologiques
Mme FLOCH Pauline	Bactériologie-Virologie	M. TAFANI Jean-André	Biophysique
Mme GALINIER Anne	Nutrition	M. TREINER Emmanuel	Immunologie
Mme GALLINI Adeline	Epidémiologie	Mme VALLET Marion	Physiologie
M. GANTET Pierre	Biophysique	M. VERGEZ François	Hématologie
M. GASQ David	Physiologie	Mme VIJA Lavinia	Biophysique et médecine nucléaire
M. GATIMEL Nicolas	Médecine de la reproduction		

**M.C.U. Médecine générale**

M. BISMUTH Michel  
M. BRILLAC Thierry  
Mme DUPOUY Julie  
M. ESCOURROU Emile

**Maîtres de Conférence Associés**

**M.C.A. Médecine Générale**

M. BIREBENT Jordan  
Mme BOUSSIER Nathalie  
Mme FREYENS Anne  
Mme LATROUS Leila  
Mme PUECH Marielle

# REMERCIEMENTS

## À mon Président du jury

**Monsieur le Professeur Olivier FOURCADE**

*Professeur des Universités – Praticien Hospitalier  
Anesthésie Réanimation*

Vous me faites l'honneur de siéger à la présidence de ma thèse, je vous en remercie. Merci pour votre implication dans notre belle spécialité que vous défendez sans relâche. Merci pour vos conseils toujours justes et votre pédagogie. Veuillez trouver ici le témoignage de mon profond respect.

## À ma Directrice de thèse

**Madame la Docteure Stéphanie RUIZ**

*Praticien Hospitalier  
Anesthésie Réanimation*

Je te remercie sincèrement d'avoir accepté d'encadrer ma thèse. Merci pour ta confiance et ta disponibilité tout au long de ce travail. Ta volonté de partage de ton savoir est sans limite ni de temps ni d'heure : de tes explications sur la Swan au milieu de la nuit à tes réponses aux innocentes questions d'antibiothérapie après la fin de tes gardes, tu es toujours là pour nous aider à nous améliorer. Merci pour ta présence dès que nous en avons besoin, pour tes conseils très avisés, pour ton expérience que tu n'hésites pas à partager. Tu es un modèle de médecin que j'aimerais pouvoir un jour approcher. Sois assurée par ces mots de mon profond respect et de toute ma gratitude.

## Aux membres du jury

**Monsieur le Professeur Vincent MINVILLE**

*Professeur des Universités – Praticien Hospitalier  
Anesthésie Réanimation*

Je te remercie d'avoir accepté de siéger à mon jury. De ton aide dans mon premier projet de recherche sur l'anesthésie du patient obèse à ton soutien dans mes futurs projets, merci pour ta confiance et ta bienveillance. Merci pour ta pédagogie lors de mon passage en orthopédie, grâce à toi l'ALR n'a (presque) plus de secret pour moi. Je t'adresse mes sincères remerciements.

**Monsieur le Professeur Thomas GEERAERTS**

*Professeur des Universités – Praticien Hospitalier  
Anesthésie Réanimation*

Je vous remercie de votre présence dans mon jury. Par votre savoir et votre pédagogie vous m’avez donné goût aux neurosciences et vous avez grandement contribué à la réalisation de mon Master 2, merci. Merci de me donner l’opportunité de continuer à faire mes premiers pas dans la recherche, j’espère être à la hauteur de votre confiance. Soyez assuré de ma loyauté et de mon profond respect.

**Madame la Docteure Fanny BOUNES**

*Maitre de Conférence des Universités – Praticien Hospitalier  
Anesthésie Réanimation*

Je suis honoré de ta présence dans mon jury. Merci pour ton immense talent de pédagogie que tu partages à chaque instant et pour ton exigence bienveillante qui nous pousse à toujours nous surpasser afin d’être de meilleurs médecins. Merci pour ton oreille attentive et tes bons conseils. Un patient compliqué, un nouvel article, une tasse de thé, une part de pizza ou encore une après-midi gabarre ou un bon gaillac... Toujours une excellente raison de partager un bon moment. Soit assurée par ces mots de toute ma gratitude.

**Monsieur le Docteur Bernard GEORGES**

*Praticien Hospitalier  
Anesthésie Réanimation*

Vous me faite l’honneur de siéger dans mon jury, je vous en remercie. Vous m’avez confié ce travail, merci pour votre confiance. De la traditionnelle « minute infectiologie » à vos conseils sur l’optimisation ventilatoire, vous ne cessez de partager votre sagesse avec les internes qui ont la chance de croiser votre chemin. Veuillez trouver ici l’expression de mon profond respect.

**Monsieur le Docteur Jean-Marie CONIL**

*Praticien Hospitalier  
Anesthésie Réanimation*

Je vous remercie de votre présence dans mon jury. Sans vous et votre immense travail ce projet n’aurait jamais pu aboutir. Votre expertise en statistique nous a permis de voir plus clair dans ces données si denses et a été indispensable pour pouvoir répondre à notre question. Comme de nombreux internes avant moi, je prends conscience de la chance d’avoir bénéficié de votre aide précieuse. Soyez assuré de ma plus grande gratitude.

## À ma famille

**Maman et Papa**, je ne saurais jamais assez vous remercier pour votre aide immense et votre soutien inconditionnel. Sans vous rien de tout cela n'aurait été possible. Vous avez supporté mon caractère souvent difficile, vous m'avez aidé à surmonter mes doutes, mes craintes et mes peurs, vous m'avez poussé et accompagné dans mes choix et mes projets. Des heures d'attente devant la piscine le vendredi soir aux 100 km parcourus chaque semaine pour m'apporter mon linge et mes courses, je prends conscience de votre patience et vos sacrifices, merci.

**Mathieu G.**, petit frère, il faudrait une thèse entière pour raconter toutes les belles anecdotes que nous avons vécues, et encore. Je ne me lasserai jamais de tes histoires rocambolesques et de tes discours lyriques, de tout ce que tu dis tout haut lors des grands repas alors que tout le monde le pense si fort. Ta spontanéité, ta franchise, ta simplicité font de toi un homme incroyable. Même si tu pers les cheveux et que tu laisses pousser ta barbe, ne change rien.

**Pierre L.**, toujours de très bons conseils en bon vin et en littérature, je suis tes recommandations à la lettre sans jamais être déçu. C'est toujours un plaisir de passer un moment en ta compagnie, à parler du passé, du présent et de l'avenir.

**Sylvie**, quelle belle rencontre ! Tu es d'une générosité, d'une simplicité et d'une humilité sans mesure. Toujours partante pour aider même dans les projets les plus fous (refaire une chambre en un weekend, transformer la maison en salle de concert...), rien ne t'arrête et tu amènes toujours ta bonne humeur, merci.

**Mamie Suzanne**, tu m'as tant appris... à commencer par lire (oui je me souviens de tes fiches de conjugaison et d'orthographe). Des mercredis à Balma aux vacances à Canet en passant par nos campements à Matemale, tu as accompagné chacun de mes pas. Tu as toujours une oreille attentive dans les bons moments comme dans les mauvais, merci. Merci pour ta cuisine incroyable dont je ne me lasserai jamais, tes clafoutis aux cerises, ta « salade juive » ...

**Mamie Manou**, je te dois tant de bons souvenirs de mon enfance. Les après-midis Cluedo ou Scrabble, les retours de l'école, les tranches de pain au feu de bois, les fameux Crubelets... Tous ces souvenirs encore si clairs dans ma mémoire. Tu m'as vu grandir au quotidien et m'a appris tant de valeurs, je te remercie.

**Tatie Fafayou**, toujours dans tes pattes quand j'étais petit, tu restes une oreille attentive à chaque instant. Merci pour ces nuits sur la terrasse à refaire le monde, merci pour ces fous rires, pour ces blagues. Tu m'as offert ma première Barby, merci. Tu nous as amené **Julien**, un petit être doux et chevelu qui te complète si bien. Un peu de sang neuf dans la famille, ça fait du bien.

**Tatie Marie-Thérèse**, je me rappelle encore nos vacances à Montauban, nos visites en villes, nos promenades au bord du Tarn. Nous avons vécu de si belles aventures, toi au volant de ta Mercedes et Géraud en co-pilote, à sillonner la région en quête de culture. Je te remercie pour tout.



**Tatie Coco et tonton Jean-Da**, quel plaisir de passer un moment avec vous à chacune de vos descentes dans le sud ou de mes montées à Paris. Vous m'avez appris le bon, le très bon, le beau, le très beau. Tatie et cette seconde pendant laquelle nous avons envisager de voler ce diamant jaune, Tonton et tes repères culinaires incroyables, merci pour ces souvenirs si merveilleux.

**Géraud, Paul et Jean-Thomas**, merci pour tous ces souvenirs et tous ces moments passés ensemble.

**Gilberte, Fanou, Thierry, Lole, Dodo, Pauline, Mathieu, Emma et Harlème**, vous avez adopté JP l'enfant de la plaine et lui avez permis de s'épanouir dans les montagnes. Merci pour votre accueil si chaleureux et pour votre gentillesse. C'est toujours avec grand plaisir que je partage des moments avec vous. **Gilberte** vous amenez avec vous la douceur des Pyrénées et votre gentillesse est sans limite, un grand merci.

**Robert**, j'ai eu l'honneur de faire votre connaissance et je suis très fier d'avoir pu vous suivre dans ces montagnes. Vous les connaissiez si bien, vos montagnes. Bien trop vite vous êtes parti les retrouver, mais votre sagesse et votre grand cœur continuent de briller dans votre famille.

**Laurence**, merci pour l'accueil si spontané et sincère dans votre famille. Un grand merci pour les attentions nombreuses et fréquentes que vous nous avez apporté dans nos années studieuses. C'est toujours un réel plaisir que d'écouter les récits de vos voyages qui pourraient, un jour peut-être, inspirer une aventure tous ensemble. Que pensez-vous du Japon ?

**Jacote**, après avoir assisté à vos débuts d'artiste, j'ai aujourd'hui beaucoup d'admiration pour la peintre aguerrie que vous êtes. C'est toujours un plaisir de partager avec vous un moment, tant sur la terrasse de Broquiès qu'autour d'un plat mijoté au grand vin.

**Marie et Alain**, dès notre première rencontre je me suis dit qu'il manquait bien un garçon dans la famille. Merci pour votre accueil et votre gentillesse. Vos petits signes sur le chemin de l'internat me permettent de sortir la tête un peu trop souvent dans les nuages. Merci pour vos contributions déco et les beaux draps dans lesquels vous nous avez mis.

**Adrien**, un grand merci pour tous les DVD que nous avons emprunté à ton insu. De tes aventures au plus profond de la vie sauvage à tes anecdotes sur les tournages, c'est toujours un plaisir de passer un moment ensemble à écouter tes récits. Avec **Axelle**, vous nous partagez votre monde merveilleux à chacune de vos venues.

**Étienne, Simon et Rémi**, « les petits » comme dit votre père mais pas vraiment légitime venant de moi et mes 1m70. Que de belles virées dans les parcs d'attraction : faire découvrir le grand 8 à **Étienne** (3 fois de suite c'était beaucoup trop pour moi) ; retourner le ventre de **Rémi** dans le Drakkar (Rémi, moi aussi j'avais mal au ventre mais je ne l'ai pas dit) ; donner le vertige à **Simon** dans les tasses tournantes (plus jamais avec moi). Merci pour votre joie et votre bonne humeur à chaque instant.

**Éveline et Claude**, merci pour votre accueil et votre générosité lors de nos passages à Carmaux. Merci pour tous ces agréables moments autour d'une table, tant à partager un repas avec les légumes de votre jardin qu'à regarder les photos de familles ou à parfaire mes connaissances en politique. Je vous remercie de m'avoir initié à la rousigue, à moi maintenant d'améliorer ma pratique.

## À Clément

Aucun mot n'est adapté pour exprimer ma reconnaissance. Tu es le soutien indispensable à chacun de mes pas, toujours là pour m'aider à voir plus clair, même quand il fait sombre. Je suis très fier des étapes que nous avons traversées et de l'histoire que nous écrivons chaque jour. J'espère pouvoir un jour être à la hauteur de la personne que tu es et que j'admire tant. Tu as été, tu es et tu resteras la plus belle rencontre de ma vie.

## À mes vieux amis

**Audrey**, la plus vieille parmi les plus vieux mais toujours aucune ride dans les moments que l'on partage. Tant d'aventures et tant de montagnes que nous avons traversés ensemble... Je te remercie profondément pour ta présence que ni le temps ni la distance n'ont jamais réussi à effacer. Avec le bon **Armel** à tes côtés, plus aucun sommet ni abysse ne te résistent.

Merci à **Astrid et Bertrand** mes lillois préférés, **Adrien** mon orthopédiste au grand cœur, **Tom** mon colocataire d'anglais (remercions notre mémoire incroyable pour avoir réussi le jeu de rôle sans avoir compris un seul mot de nos répliques), **Leila** notre maman à tous, **MC** et tes potins High level, **Léa** et ton grand sourire, **Laurène** ma binôme de partiel, **Capucine** et tes pas latinos. Merci à **Sophie et Pozek** pour tous ces moments incroyables et hors du temps, pour nos grandes soirées à l'ancienne.

**Bez et Alex**, toujours une bonne raison de vous retrouver et de passer des moments incroyables, que ce soit autour d'une partie de Mario Kart ou d'une virée à la grande Motte. **Lola et Thibaut** pour nos soirées jeux, nos concerts hallucinants, nos premières expériences. Hibernation forever ! **Berto et Alice** : Berto le fourbe au grand cœur, Alice ma partenaire de dance (un peu trop) endiablée. **Marthe** la grande dramaturge et tes idées culinaires, Merci à **Lison** pour tes playlist latinos des longs trajets et ta joie jusqu'au bout de la nuit.

Merci à tous, c'est toujours merveilleux de passer du temps en votre compagnie.

**Clara**, depuis notre première rencontre sur la terrasse de Broquiès c'est toujours un plaisir de partager un moment avec toi. Une colline à la campagne, un food court en Malaisie, un canapé dans ton appartement... merci pour toutes ces belles soirées.

## À mes amis anesthésistes (ou presque)

**Pauline et Hubert**, que serais-je sans vous ?! Tour à tour ambulanciers pour les urgences, réconforts pour les moments virant aux gris, hôtes attentionnés pour les douces soirées. L'internat vous a poussé à descendre sur Toulouse et je ne le remercierai jamais assez.

**Arielle et Adrien**, quelle fierté d'avoir célébré votre premier mariage ! C'est toujours un plaisir de passer un moment avec vous. N'hésitez pas à revenir sur Toulouse le temps d'une soirée.

**Mathilde et Valentin**, le Yin et le Yang : Mathilde avec ton énergie et tes réprimandes passionnées ; Valentin et ton calme légendaire robuste à toute épreuve. Vous vous complétez si bien. On repart en voiture quand vous voulez, j'ai un stock de « papotage » en réserve.

**Adam Tujdmann**, mon vieux mérou. Tu me fais tant rêver avec tous tes projets de voyages à la recherche du Mola mola et autre monstre des grands fonds. Merci pour nos appels de courtoisie et nos verres après de longues journées. Merci **Florence** pour ta bonne humeur, pour tes bon goûts déco et ton énergie indispensable à l'hypoactivité de certains.

**Floriane**, toujours là pour discuter de tout et de rien, du sérieux comme des potins. Merci pour tes rappels de tout ce que j'oublie, pour ton « tu m'épuises... » à chacun de tes appels. Hâte que tu redescendes enfin nous retrouver.

**Bertrand**, mon petit Soclard ! je t'ai connu tout bébé d'anesthésie, un petit être si doux et si docile, un vrai chaton. Mais les temps ont bien changé. Hâte de passer à nouveau du temps en ta compagnie. Tu pourras me raconter l'effet que ça te fait d'avoir quelques poils sur le menton. Même si je te taquine tu es une très belle rencontre de mon internat.

## Aux belles rencontres de l'internat

**Chloé M.**, olala ma chère Chloé... quelle capacité tu as à me potentialiser dans les aventures improbables. Tu es la seule avec qui je peux oublier un étage dans une maison ou avec laquelle je peux me perdre en voiture sur les 2 km qui nous séparent de la salle de cours. Merci pour toutes ces rigolades.

**Marie G.**, de nos craquages de casiers dans les vestiaires à nos combats de vaseline et de produits désinfectants on ne s'est jamais ennuyé. Tu as toujours été derrière l'épaule de Sylvain ou de Bertrand pour me souffler le nom des bactéries qu'ils me demandaient de réciter. Merci pour m'avoir fait faire mes 10 premiers km en courant, mes fessiers s'en souviennent encore.

L'équipe du bloc centre, **Caro S., Gege, Stéph, Mylène, Ioan, Lucile**, vous m'avez donné goût à l'anesthésie dans un moment de doute, sans vous le petit Pepito ne serait pas ici aujourd'hui. J'espère avoir retenu toutes les leçons que vous m'avez apprises.

Mes co-internes d'Albi, **Caro, Isis, Julie, Kévin, Chloé, Marie, Marion, Yoan** merci pour ce semestre inoubliable. De nos soirées au foyer à notre voyage à Fès, merci pour tous ces souvenirs. **Caro**, ton regard en coin et ton rire coquin vont me manquer. Ne reste pas trop longtemps loin de Toulouse. **Marie** mon binôme de voyage et mots croisés, on repart quand ? maintenant que tu arrives à macher tu n'as plus d'excuse.

Les belles rencontres de neurochir, **Dame Ariane, Poupoule, Thomas, Baptiste, Raph, Julien, Arnaud et Marie**. Certaines sont devenues mes grandes cheffes depuis...j'ai été très heureux d'être votre interne le temps d'une nuit ou d'un semestre.

Ma promo d'anesth, **Juju** briseuse d'externe, **Zinar** mon panda de la mater, **Laurie** et ta gentillesse, Mon cher **Loïc** sans qui la blague des siamois n'aurait jamais pu marcher, le bon **Monsieur Polano** et ton calme si bienvenu dans les longues nuits de garde, La bonne **Chambon** et nos câlins de soirées dont on ne se souvient pas, **Baptiste** pour tes imitations en soirée, **Douik** l'infatigable, surtout en soirée. Merci **Arthur** pour mon initiation à l'escalade, Merci **Benjamin L., Benjamin M., Harold, Pierre M., Adrian** pour ces moments partagés, bien que trop rares.

## Aux Albigeois

Vous m'avez connu tout petit et m'avez aidé à grandir. Mille mercis pour votre gentillesse, votre bienveillance et votre accueil. Merci à **Alain, Étienne, Stéphanie, Aurelia, Hélène** pour ce merveilleux semestre au bloc.

Un grand merci à **Hélène, Juju, Christophe, Marie-Françoise, Leslie** pour votre accueil si chaleureux. C'est un plaisir de travailler avec vous.

Et bien sûr **Mimi, Xavier, Fabien, Laureen, Jessy, Yoan, Simon, Adé, Céline, Lolote, Isa, Amé** et toute l'équipe, merci pour tout ! **Magalie**, nos débriefing parfois sérieux et souvent potins, nos discussions interminables dans lesquelles on parle de tout, vraiment tout, j'adore !

## À la réa Rangueil

Un grand, un très grand merci pour m'avoir accueilli deux fois dans votre service. Je fini ces semestres toujours grandi mais avec l'impression d'avoir encore tellement à apprendre.

**Thierry**, chef inconditionnel et juste. **Laure**, experte en ventilation mais pas que, j'ai énormément appris à tes cotés. Tu es toujours à l'écoute et à chaque instant disponible pour nous apporter ton aide. J'ai beaucoup d'admiration pour le médecin, la clinicienne et la personne que tu es. **Max**, pragmatique et d'une efficacité redoutable, même en milieu hostile. **Antoine**, tu nous apporte un peu d'air frais des Pyrénées à chaque fois que tu descends dans la plaine.

**Floriane, Christelle, Nico, Paul, Michael, Romain, Caro B.**, c'est toujours un plaisir de travailler avec vous.

**Caro S.**, merci pour ton aide dans les dechocs apocalyptiques. C'est d'ailleurs toujours avec toi que ça arrive...

**Vincent**, Mon bon Vincent, c'est un très grand honneur d'avoir été ton co-interne pour ton premier et ton dernier semestre. Le plaisir reste toujours entier à chacun de tes rougissemets. Tu me diras si ton nouveau bureau ne te correspond pas, j'en parlerai au repas du midi.

A mes tout petits internes : **Ulysse, Sabine, Mathilde, Tess, Kevin, Ryad, François, Lise, Claire, Cyril**, merci pour votre bonne humeur et votre indulgence dans mes premiers pas de séniorisé. Vous êtes une superbe équipe, je ne pouvais rêver mieux. J'espère vous avoir apporté autant que vous m'avez appris.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>V</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....	<b>XIV</b>
<b>ABRÉVIATIONS</b> .....	<b>XVI</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>MÉTHODES</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Population d'étude</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Objectifs de l'étude</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Recueil des données</b> .....	<b>3</b>
<b>4. ECMO<sub>vv</sub> : procédure d'installation et réglages de la ventilation</b> .....	<b>4</b>
<b>5. Décubitus ventral</b> .....	<b>5</b>
<b>6. Méthodologie statistique</b> .....	<b>5</b>
<b>RÉSULTATS</b> .....	<b>8</b>
<b>1. Description de la population</b> .....	<b>8</b>
1.1. Population d'étude à l'inclusion.....	8
1.2. Population d'étude après mise en place d'ECMO <sub>vv</sub> .....	10
1.3. Devenir de la population d'étude.....	10
1.4. Complications.....	11
1.5. Analyse des paramètres respiratoires.....	11
1.5.1. Évolution temporelle.....	11
a. Compliance pulmonaire (C <sub>p</sub> ) et rapport P <sub>a</sub> O <sub>2</sub> / F <sub>i</sub> O <sub>2</sub> .....	11
b. pH et ses déterminants.....	13
1.5.2. Effet du DV sur les paramètres respiratoires et gazométriques.....	13
<b>2. Caractérisation des patients survivants à J90</b> .....	<b>14</b>
2.1. Critères cliniques généraux.....	14
2.2. Paramètres respiratoires et pH sur les 12 jours suivants la pose d'ECMO <sub>vv</sub> .....	14
2.3. Paramètres respiratoires et gazométriques au cours de la période critique.....	16
<b>3. Analyse en composantes principales (ACP)</b> .....	<b>18</b>
3.1. Création des variables par analyse en composantes principales.....	18
3.2. Comparaison des groupes DV et DD.....	20
3.3. Comparaison des survivants et décédés.....	20
3.4. Facteurs prédictifs de survie.....	21
<b>DISCUSSION</b> .....	<b>22</b>
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>29</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>30</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>33</b>
<b>Annexe 1 : Mortalité à J90 et DV sous ECMO<sub>vv</sub></b> .....	<b>33</b>
1.a : Mortalité à J90 en fonction du nombre de DV.....	33
1.b : Mortalité à J90 et délai entre la pose d'ECMO <sub>vv</sub> et la mise en DV.....	33
1.c : Mortalité à J90 et durée de la séance de DV.....	34

<b>Annexe 2 : Complications et retrait d'ECMO<sub>vv</sub> .....</b>	<b>35</b>
2.a : Complications secondaire à l'ECMO <sub>vv</sub> ou au DV.....	35
2.b : Causes de retrait d'ECMO <sub>vv</sub> (en dehors de l'amélioration des paramètres respiratoires).....	35
<b>Annexe 3 : Comparaison du pH et de ses déterminants .....</b>	<b>36</b>
3.a : Comparaison du pH au cours des 12 premiers jours .....	36
3.b : Comparaison de la P <sub>a</sub> CO <sub>2</sub> au cours des 12 premiers jours.....	37
3.c : Comparaison du taux de HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> au cours des 12 premiers jours.....	37
<b>Annexe 4 : Critères cliniques généraux en fonction de la survie à J90 .....</b>	<b>38</b>
<b>Annexe 5 : Comparaison des paramètres respiratoires et gazométriques au cours des 12 premiers jours selon la survie à J90 .....</b>	<b>39</b>
5.a : Compliance (C <sub>p</sub> ).....	39
5.b : pH.....	39
<b>Annexe 6 : Analyse en composantes principales (ACP).....</b>	<b>40</b>
6.a : Tableau de variance totalement expliquée .....	40
6.b : Matrice de corrélation .....	40
6.c : Matrice des composantes .....	41
6.d : Qualités de représentations .....	41
6.e : Tracé d'effondrement.....	42
6.f : Indice KMO et test de Bartlett.....	42
<b>Annexe 7 : Cinétique des DV sur la période d'observation des 33 patients .....</b>	<b>43</b>
<b><i>Serment d'hippocrate .....</i></b>	<b>44</b>



## ABRÉVIATIONS

**APRV** : Airway Pressure Release Ventilation

**ACP** : analyse en Composante Principale

**ANOVA** : ANalysis Of VAriance

**BiPAP** : Bilevel Positive Airway Pressure

**C<sub>p</sub>** : Compliance pulmonaire

**DD** : Décubitus Dorsal

**DV** : Décubitus Ventral

**ECMO<sub>vv</sub>** : Oxygénation veino-veineuse par Membrane Extra-Corporelle

**F<sub>i</sub>O<sub>2</sub>** : Fraction inspirée en oxygène

**F<sub>Mb</sub>O<sub>2</sub>** : Fraction en oxygène de la membrane d'ECMO<sub>vv</sub>

**FR** : Fréquence Respiratoire

**IGS2** : Index de Gravité Simplifiée 2

**PEP** : Pression Expiratoire Positive

**P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>** : Pression partielle artérielle en oxygène

**P<sub>plat</sub>** : Pression de Plateau

**SDRA** : Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë

**SOFA** : Sepsis-related Organ Failure Assessment

**VILI** : Ventilator Induced Lung Injuries

**V<sub>synth</sub> A/B** : Variable synthétique de l'équilibre acide – base

**V<sub>synth</sub> C<sub>p</sub>** : Variable synthétique Compliance

**V<sub>synth</sub> P/F** : Variable synthétique P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>/ F<sub>i</sub>O<sub>2</sub>

**V<sub>t</sub>** : Volume courant

## INTRODUCTION

Le syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) est une pathologie grave dont la mortalité reste élevée malgré l'ensemble des moyens thérapeutiques développés ces dernières années (1). Quelle qu'en soit l'étiologie, sa physiopathologie est caractérisée par un œdème pulmonaire non cardiogénique secondaire à une dérégulation de la réponse inflammatoire (2), ayant pour conséquence une hypoxémie avec un syndrome de détresse respiratoire.

La prise en charge thérapeutique du SDRA est triple : étiologique (traitement de la maladie causale), pathogénique (limiter l'extension de l'œdème pulmonaire et favoriser son élimination) et symptomatique (assurer le maintien des échanges gazeux) (3). La ventilation joue donc un rôle essentiel dans sa prise en charge, mais peut aussi induire des lésions pulmonaires, appelées Ventilator Induced Lung Injuries (VILI), responsables d'une aggravation du SDRA (4). La ventilation à volume courant abaissé, la curarisation et le décubitus ventral font partie des thérapeutiques recommandées en pratique clinique pour maintenir les échanges gazeux tout en limitant le risque de survenue de VILI (5). Parmi celles-ci, le décubitus ventral (DV) a montré son effet bénéfique sur le pronostic des patients les plus sévères (6). Il permet une amélioration de l'hématose et des paramètres respiratoires tout en limitant le risque de complications liées à la ventilation mécanique (6).

Les formes les plus graves de la maladie peuvent se compliquer d'une hypoxémie et/ou d'une hypercapnie réfractaire faisant discuter la mise en place d'une oxygénation veino-veineuse par membrane extra-corporelle (ECMO<sub>vv</sub>). Cette dernière permet de maintenir le patient en vie le temps du diagnostic et du traitement de la pathologie responsable du SDRA, et diminue le risque de complications liées à la ventilation mécanique (7). Néanmoins, cette stratégie thérapeutique n'a pas montré de bénéfice significatif sur le pronostic (8), probablement car la mise sous ECMO<sub>vv</sub> ne suffirait pas à limiter les VILI malgré l'utilisation d'une ventilation ultra-protectrice.

Une autre stratégie consiste à associer plusieurs de ces moyens thérapeutiques. Ainsi chez les patients bénéficiant d'une ECMO<sub>vv</sub>, des séances de décubitus ventral sont parfois réalisées. Il pourrait exister une action synergique des deux techniques sur les paramètres ventilatoires.

Il a été clairement démontré que les séances de DV sous ECMO<sub>vv</sub> sont associées à une amélioration des paramètres respiratoires (Compliance pulmonaire ( $C_p$ ), Pression partielle artérielle en oxygène ( $P_aO_2$ ), rapport  $P_aO_2/F_iO_2$ ...) (9–11). Sa réalisation pratique est sûre et n'expose pas à des événements graves (11–14). Néanmoins le bénéfice du DV sur le pronostic de ces patients reste débattu et de récentes études n'objectivent pas d'effet positif sur la mortalité (15–17). Ces résultats pourraient être expliqués par l'absence d'effet rémanent du DV au sein de la population des patients les plus graves (18). L'effet positif du DV pourrait donc n'être que ponctuel, le temps de la séance, mais sans influence sur la cinétique globale des paramètres respiratoires.

Afin de comprendre le rôle du DV dans le pronostic des patients en SDRA sévère sous ECMO<sub>vv</sub>, il est donc nécessaire d'étudier son effet sur la cinétique des paramètres respiratoires tout au long de l'assistance par ECMO<sub>vv</sub> et d'identifier parmi eux les marqueurs associés à la survie de ces patients.

Nous avons donc réalisé une analyse rétrospective chez les patients admis dans notre centre pour SDRA sévère nécessitant la pose d'une ECMO<sub>vv</sub>. Notre objectif était d'évaluer l'influence du décubitus ventral sur le devenir à 3 mois des patients présentant un SDRA sévère sous ECMO<sub>vv</sub>, en fonction de la mise en DV ou non pendant leur période d'assistance. Nous avons également étudié la modification des paramètres ventilatoires (rapport  $P_aO_2/F_iO_2$ , compliance) selon la mise en DV ou non, et évalué la sécurité et la faisabilité du positionnement en DV.

# MÉTHODES

## 1. Population d'étude

L'étude PRONE ECMO est une étude observationnelle monocentrique rétrospective menée dans le service de la Réanimation Polyvalente de l'hôpital Rangueil du CHU de Toulouse, portant sur les patients adultes admis pour SDRA entre 2014 et 2020 et ayant bénéficié de la pose d'une ECMO veino-veineuse. L'ensemble des patients inclus dans l'étude était atteint d'un SDRA conformément aux critères de Berlin (19) et présentait une hypoxémie ou une hypercapnie réfractaire malgré l'optimisation des paramètres ventilatoires et de la curarisation.

Les patients étaient exclus s'ils refusaient que leurs données soient utilisées dans le cadre de la recherche.

## 2. Objectifs de l'étude

Notre objectif principal était d'évaluer l'influence du décubitus ventral sur le devenir à 3 mois des patients présentant un SDRA sévère sous ECMO<sub>vv</sub> en fonction de la mise en DV ou non (pendant leur période d'assistance).

Nous souhaitions également étudier la modification des paramètres ventilatoires (rapport  $P_{aO_2}/F_iO_2$ ,  $C_p$ ...) selon la mise en DV ou non, et évaluer la sécurité et la faisabilité du positionnement en décubitus ventral.

## 3. Recueil des données

Les données issues du séjour en réanimation ont été recueillies grâce au logiciel ICCA<sup>®</sup> permettant un enregistrement pluriquotidien de l'ensemble des paramètres ventilatoires (Volume courant ( $V_t$ ), Pression expiratoire positive (PEP), Pression de plateau ( $P_{plat}$ ), Fraction inspirée en oxygène ( $F_iO_2$ ), Fréquence respiratoire (FR),  $C_p$ ) et des paramètres d'ECMO<sub>vv</sub> (Débit sang, Balayage, Fraction en oxygène de la membrane d'ECMO<sub>vv</sub> ( $F_{MbO_2}$ )). Ils ont été enregistrés soit automatiquement, soit par l'équipe infirmière tout au long de la surveillance.

Les administrations de traitements, la mise en décubitus ventral et sa durée ont aussi été enregistrés sur ce logiciel.

Une recherche dans le dossier médical des évènements indésirables habituellement associés à l'ECMO<sub>vv</sub> a été réalisée : thrombose veineuse, thrombose de canule, ischémie de membre, évènement hémorragique (choc hémorragique, hématome du Scarpa, hémorragie extériorisée, hémorragie intracrânienne), hémolyse nécessitant des produits sanguins labiles, infection sur canule, décanulation, nécessité de repositionnement des canules. Les évènements indésirables potentiellement associés au DV ont aussi été recherchés : déplacement des cathéters, extubation, œdème facial, escarre (> 2<sup>e</sup> degré), neuropathie de compression, compression oculaire, vomissements, intolérance hémodynamique au DV.

Les données biologiques et le devenir du patient après sa sortie de réanimation ont été récupérés par consultation du dossier informatique du patient sur le logiciel ORBIS<sup>®</sup>. Le score SOFA (20) et l'IGS2 (21) ont été calculés à l'inclusion pour chaque patient afin d'objectiver la gravité de la maladie au moment de la pose de l'ECMO<sub>vv</sub>.

Conformément à la loi française sur l'éthique, les patients ont été informés que leurs données codifiées seront utilisées pour l'étude. Selon la loi française sur l'éthique et la réglementation (code de la santé publique), les études rétrospectives basées sur l'exploitation des données de soins habituels ne doivent pas être soumises à un comité de protection des personnes mais elles doivent être déclarées ou couvertes par la méthodologie de référence (MR-004) de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL), faisant l'objet d'un engagement de conformité du CHU de Toulouse. Après évaluation et validation par le délégué à la protection des données et conformément au Règlement Général sur la Protection des Données, cette étude remplissant tous les critères, elle a été inscrite au registre des études rétrospectives du CHU de Toulouse (RnIPH 2022-104) et couverte par la MR-004.

#### **4. ECMO<sub>vv</sub> : procédure d'installation et réglages de la ventilation**

Notre service de réanimation est centre expert dans la gestion des ECMO<sub>vv</sub>. Les patients inclus étaient pris en charge dans notre centre dès le début de la maladie, ou étaient admis après pose de l'ECMO<sub>vv</sub> dans un autre centre. La décision de mise en place de l'assistance était prise après discussion pluridisciplinaire impliquant un membre de notre équipe, et basée sur les recommandations ELSO (22).

La pose de l'ECMO<sub>vv</sub> était réalisée par un chirurgien thoracique membre d'une équipe mobile dédiée. Les canules étaient positionnées en jugulaire et fémoral droit par une technique de « Seldinger » (22). Un contrôle radiographique était systématiquement effectué afin de contrôler le positionnement des canules et ainsi diminuer le risque de recirculation. Une anticoagulation était ensuite débutée afin de prévenir la coagulopathie ECMO-induite (22).

Après la phase d'amorçage, les paramètres d'ECMO<sub>vv</sub> (débit sang et balayage) étaient réglés pour obtenir le meilleur ratio entre oxygénation et tolérance. Il définissait l'assistance optimale permettant une saturation artérielle supérieure à 88%. La  $F_{MbO_2}$  était maintenue à 100% dans la majorité des cas.

Une ventilation ultra-protectrice (Pression inspiratoire avec objectif  $V_t$  1-4 ml/kg et  $P_{plat} < 25$  mmHg, PEP 5-15 mmHg et FR basse) était débutée quand elle était possible pour diminuer le risque de complications liées à la ventilation mécanique (23). La technique de ventilation APRV ou BiPAP étaient utilisées dans la majorité des cas.

## **5. Décubitus ventral**

Le DV était réalisé dans les cas où le patient présentait une hypoxémie, une hypercapnie ou une altération de la compliance réfractaires malgré l'optimisation des paramètres d'ECMO<sub>vv</sub> et des réglages du ventilateur. La décision était prise après discussion de l'équipe médicale. Le retournement était réalisé par une équipe entraînée de six personnes : une à la gestion des voies aériennes, quatre au positionnement des membres et des appareils de surveillance et au retournement du corps et une à la surveillance des canules et de l'ECMO<sub>vv</sub>. Sauf cas particulier, la durée des séances était supérieure à 12h, en accord avec les recommandations internationales (24). L'ensemble des patients était curarisé pendant le DV.

## **6. Méthodologie statistique**

La population étudiée a été initialement divisée en 2 groupes de patients sous ECMO<sub>vv</sub> : un groupe n'ayant pas été mis en DV (groupe DD) et un groupe ayant bénéficié d'au moins un DV (groupe DV). L'analyse descriptive de l'échantillon a été réalisée après vérification de la distribution des valeurs par un test de Shapiro-Wilk. Les résultats sont exprimés en médianes et interquartiles pour les variables quantitatives et en nombre et pourcentage pour les variables qualitatives.

Dans une première étape nous avons comparé l'ensemble des paramètres des patients sous ECMO non mis en DV à ceux dont la situation clinique imposait une mise en DV.

L'évolution des différents paramètres ventilatoires avant, pendant et après DV (mesures répétées) a été analysée à l'aide de tests pour séries appariées (ANOVA à mesures répétées ou test de Friedman). Afin d'optimiser la puissance de l'analyse nous avons privilégié dans tous les cas le recours à des tests paramétriques. Pour ce faire dans le cas de distribution initiale non Gaussienne nous avons utilisé une transformation mathématique des données : transformation logarithmique (Ln Puis  $\log_{10}$ ) et/ou transformation racine carrée et/ou transformation quadratique. Ainsi pour les paramètres pré et post DV1 nous avons pu utiliser le plus souvent un modèle linéaire (ANOVA à mesures répétées), après vérification de ses conditions d'application (indépendance des données au sein des temps de mesure, distribution normale de chaque différence entre 2 temps de mesure et symétrie composée et sphéricité de la matrice de variance-covariance). Dans les cas de non-normalisation de la distribution après transformation, et pour l'étude de l'évolution des paramètres pour les DV post DV1 (effectif limité de patients), un test non paramétrique (test de Friedman) a été appliqué.

Pour comparer les patients décédés (à J90) aux survivants, nous avons eu recours à la même démarche analytique, complétée par la méthode de Kaplan Meier avec comparaison de survie entre les 2 groupes par un log-rank test. L'analyse multivariée pour la mise en évidence des facteurs prédictifs de survie a fait appel à un modèle de Cox.

Au vu du grand jeu de données (20 jours d'observation des paramètres ventilatoires et gazométriques en plus des paramètres biocliniques initiaux) sans pouvoir distinguer les plus importantes, nous avons utilisé une méthode d'analyse en composantes principales (ACP). Cette analyse factorielle réduit le jeu de données afin de le représenter de manière simple sur 2 ou 3 axes à travers l'ACP. Méthode de réduction de dimension, elle a pour but de transformer des variables très corrélées en nouvelles variables décorrélées les unes des autres. Le but était de résumer l'information contenue dans ces données, cette masse de variances, en un certain nombre de variables synthétiques. Dans cette démarche nous avons respecté les conditions d'application de la méthode : Déterminant  $\neq 0$  (sinon il y aurait alors multicolinéarité),  $\#1$  - indice KMO  $> [0.6 - 0.7]$  et test de sphéricité de Bartlett avec un  $p < 0,05$ .

L'étude a été réalisée sur le logiciel MedCalc® statistical software version 15 pour les analyses descriptives et sur logiciel IBM® SPSS Statistics Version 24 (Chicago, IL) pour la réalisation des modèles linéaires et/ou mixtes ainsi que l'ACP. Un  $p < 0,05$  était considéré comme statistiquement significatif.



# RÉSULTATS

## 1. Description de la population

### 1.1. Population d'étude à l'inclusion

Entre 2014 et 2020, 96 patients remplissaient les critères d'inclusion de l'étude. Parmi eux, 13 ont été exclus soit par absence de données analysables (4 patients sans paramètres ventilatoires enregistrés dans le logiciel et 4 patients décédés dans les 24h suivant la pose d'ECMO<sub>vv</sub>), soit car les caractéristiques cliniques apportaient un biais important aux valeurs des paramètres ventilatoires, notamment à la mesure de la compliance pulmonaire (3 patients avec fistule aéro-digestive importante et 1 patient avec complications thoraciques complexes). Un patient a été exclu de l'étude car son ECMO<sub>vv</sub> a été convertie en assistance circulatoire par ECMO<sub>va</sub> au cours de son hospitalisation. L'analyse des critères de l'étude a donc été réalisée chez 83 patients dont 33 ayant bénéficié d'au moins une séance de DV (Figure 1).

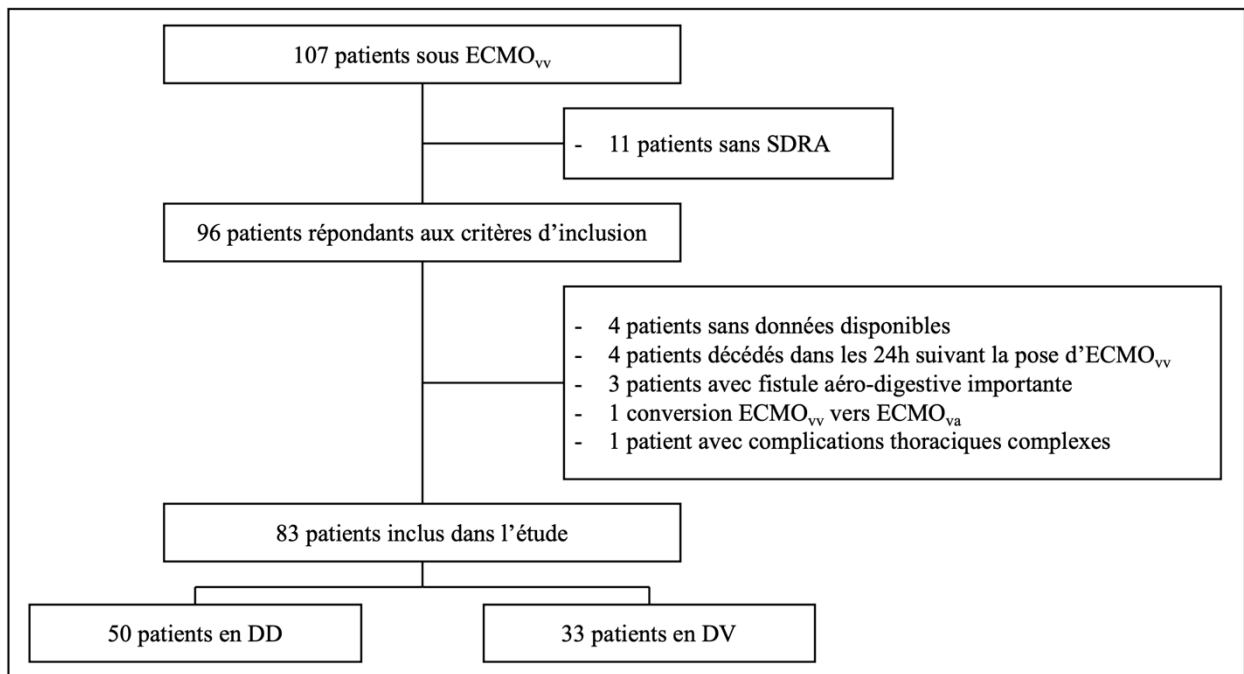


Figure 1 : Diagramme de flux

Les caractéristiques des patients à l'inclusion n'étaient pas significativement différentes, tant sur les paramètres démographiques que sur les scores de gravité ou sur l'étiologie du SDRA (Tableau 1). Les paramètres ventilatoires, la stratégie de prise en charge avant pose de l'ECMO<sub>vv</sub> et les paramètres d'ECMO<sub>vv</sub> à la pose n'étaient pas, eux aussi, significativement différents entre les deux groupes d'étude (Tableau 1).

**Tableau 1 : Caractéristiques de la population d'étude à l'inclusion**

	Groupe DD (N = 50)	Groupe DV (N = 33)	<i>p</i>	Total (N = 83)
<b>Âge (années)</b>	56 [44 ; 61]	52 [33 ; 60]	0,32	55 [40 ; 61]
<b>Sexe (M)</b>	34 (32%)	24 (72,7%)	0,81	58 (69,9%)
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	29,5 [25,0 ; 35,0]	27,4 [24,0 ; 32,0]	0,14	28,0 [24,5 ; 33,5]
<b>IGS2</b>	52 [43 ; 70]	63 [55 ; 70]	0,09	58 [44 ; 70]
<b>SOFA</b>	9 [7 ; 11]	8 [6 ; 9]	0,08	9 [6 ; 10]
<b>Étiologie du SDRA</b>				
Sepsis pulmonaire	34 (68%)	27 (81,8%)		61 (73,5%)
Sepsis extra-pulmonaire	3 (6%)	0 (0%)	0,38	3 (3,6%)
Autre atteinte pulmonaire directe	8 (16%)	4 (12,1%)		12 (14,5%)
Autre atteinte pulmonaire indirecte	5 (10%)	2 (6,1%)		7 (8,4%)
<b>Param. ventilatoires avant ECMO<sub>vv</sub></b>	<b>N = 25</b>	<b>N = 19</b>		<b>N = 44</b>
P <sub>a</sub> O <sub>2</sub> /F <sub>i</sub> O <sub>2</sub>	63,0 [52,0 ; 70,0]	70,0 [58,0 ; 81,0]	0,17	63,0 [52,9 ; 77,5]
P <sub>a</sub> O <sub>2</sub> (mmHg)	56,2 [51,8 ; 63,5]	61,4 [53,5 ; 72,0]	0,29	58,2 [53,0 ; 68,0]
P <sub>a</sub> CO <sub>2</sub> (mmHg)	51,6 [46,0 ; 58,0]	52,4 [41,0 ; 63,0]	0,80	52,0 [45,0 ; 60,0]
pH	7,31 [7,24 ; 7,39]	7,38 [7,27 ; 7,46]	0,24	7,32 [7,26 ; 7,41]
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l)	24,7 [20,3 ; 29,8]	25,5 [21,1 ; 34,4]	0,44	24,7 [20,3 ; 31,4]
C <sub>p</sub> (ml/cmH <sub>2</sub> O)	22,0 [17,0 ; 27,0]	24,0 [19,0 ; 27,0]	0,67	23,0 [18,3 ; 26,7]
PEP (cmH <sub>2</sub> O)	11 [8 ; 12]	10 [8 ; 13]	0,85	10 [8 ; 12]
V <sub>t</sub> (ml/kg)	6,5 [6 ; 7]	6,5 [6 ; 7]	0,98	6,5 [6 ; 7]
<b>Prise en charge avant ECMO<sub>vv</sub></b>				
Nombre de DV	2 [1 ; 3]	2 [1 ; 4]	0,27	2 [1 ; 3]
Durée de ventilation mécanique (jours)	3 [1 ; 6]	2 [1 ; 9]	0,74	2 [1 ; 6]
<b>Param. d'ECMO<sub>vv</sub> à la pose</b>				
Débit (L/min)	4,7 [4,2 ; 5]	4,4 [4 ; 4,9]	0,32	4,5 [4 ; 4,9]
F <sub>Mb</sub> O <sub>2</sub> (%)	100 [100 ; 100]	100 [100 ; 100]	0,69	100 [100 ; 100]

Les données sont des effectifs (%) ou des médianes [25<sup>e</sup> p ; 75<sup>e</sup> p].

**DV** : Décubitus ventral, **DD** : décubitus dorsal, **IMC** : indice de masse corporelle. **IGS2** : index de gravité simplifié 2. **SOFA** : Sepsis-related Organ Failure Assessment. **P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>** : Pression partielle artérielle en oxygène, **P<sub>a</sub>CO<sub>2</sub>** : Pression partielle artérielle en CO<sub>2</sub>, **HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : concentration en bicarbonates, **C<sub>p</sub>** : Compliance pulmonaire, **PEP** : Pression expiratoire positive, **V<sub>t</sub>** : Volume courant, **F<sub>Mb</sub>O<sub>2</sub>** : Fraction en oxygène de la membrane d'ECMO<sub>vv</sub>

### 1.2. Population d'étude après mise en place d'ECMO<sub>vv</sub>

La durée d'assistance par ECMO<sub>vv</sub> ainsi que le nombre de jour de ventilation mécanique étaient significativement plus importants chez les patients du groupe DV (Tableau 2). Ces derniers présentaient des durées de réanimation et de séjour à l'hôpital significativement plus longues (Tableau 2).

Tableau 2 : Caractéristiques de la population d'étude après mise en place d'ECMO<sub>vv</sub>

	Groupe DD (N = 50)	Groupe DV (N = 33)	<i>p</i>	Total (N = 83)
<b>Durée d'ECMO<sub>vv</sub> (jours)</b>	7 [3 ; 10]	14 [9 ; 17]	<b>&lt;0,001*</b>	9 [5 ; 14]
<b>Durée de VM (jours)</b>	18 [12 ; 29]	25 [18 ; 34]	<b>0,02*</b>	21 [15 ; 32]
<b>Durée de réanimation (jours)</b>	24 [14 ; 37]	33 [25 ; 41]	<b>0,01*</b>	28 [18 ; 40]
<b>Durée d'hospitalisation (jours)</b>	32 [20 ; 57]	43 [32 ; 71]	<b>0,04*</b>	38 [25 ; 63]
<b>Nombre de jours sans VM à J60</b>	36,5 [0 ; 47]	27 [0 ; 40]	<i>0,09</i>	33 [0 ; 45]

Les données sont des médianes [25<sup>e</sup> p ; 75<sup>e</sup> p].

DV : Décubitus ventral, DD : Décubitus dorsal, VM : Ventilation mécanique.

### 1.3 Devenir de la population d'étude

Il n'existait pas de différence significative sur la mortalité (1 mois, 2 mois ou 3 mois) entre les deux groupes (Tableau 3). Le statut au 90<sup>e</sup> jour n'était pas non plus statistiquement différent entre les deux groupes (Tableau 3).

Le nombre de DV n'était pas associé à une différence sur la mortalité ( $p = 0,39$ ) (Annexe 1.a). Il en était de même pour le délai entre la pose de l'ECMO<sub>vv</sub> et la mise en DV ainsi que pour le statut vital à J90 (Annexe 1.b) et pour la durée des séances de DV (Annexe 1.c).

**Tableau 3 : Mortalité et devenir de la population d'étude**

	<b>Groupe DD (N = 50)</b>	<b>Groupe DV (N = 33)</b>	<b>p</b>	<b>Total (N = 83)</b>
<b>Mortalité à :</b>				
30 jours	15 (30%)	10 (30,3%)	0,83	25 (30,1%)
60 jours	15 (30%)	11 (33,3%)	0,94	26 (31,3%)
90 jours	16 (32%)	12 (36,4%)	0,86	28 (33,7%)
<b>Statut au 90<sup>e</sup> jour</b>				
Hospitalisé en USC	0 (0%)	1 (3%)		1 (1,2%)
Hospitalisés hors USC	1 (2%)	3 (9,1%)	0,52	4 (4,8%)
Sortis d'hospitalisation	33 (66%)	17 (51,5%)		50 (60,2%)
Décédés	16 (32%)	12 (36,4%)		28 (33,7%)
<i>Les données sont des effectifs (%).</i>				
<i>DV : Décubitus ventral, DD : Décubitus dorsal, USC : Unité de soins critiques (dont réanimation).</i>				

#### **1.4 Complications**

Le groupe de patient en DV a été caractérisé par un nombre plus important de chocs hémorragiques (15,2% contre 2% dans le groupe DD ( $p = 0,03$ )), d'hémolyses nécessitant une transfusion en culots globulaires (30,3% contre 12% dans le groupe DD ( $p = 0,049$ )) et d'hémorragies (54,5% contre 16% dans le groupe DD ( $p < 0,001$ )) (Annexe 2.a). Il n'existait pas de différence significative entre les deux groupes pour les autres complications (Annexe 2.a). Il est à noter l'absence de survenue de décanulation, de déplacement de cathéter, d'extubation, de neuropathie de compression ou d'intolérance hémodynamique à la mise en DV.

Les causes de retrait de l'ECMO<sub>vv</sub>, autres que le sevrage, n'étaient pas statistiquement différentes entre les deux groupes d'étude (Annexe 2.b).

#### **1.5 Analyse des paramètres respiratoires**

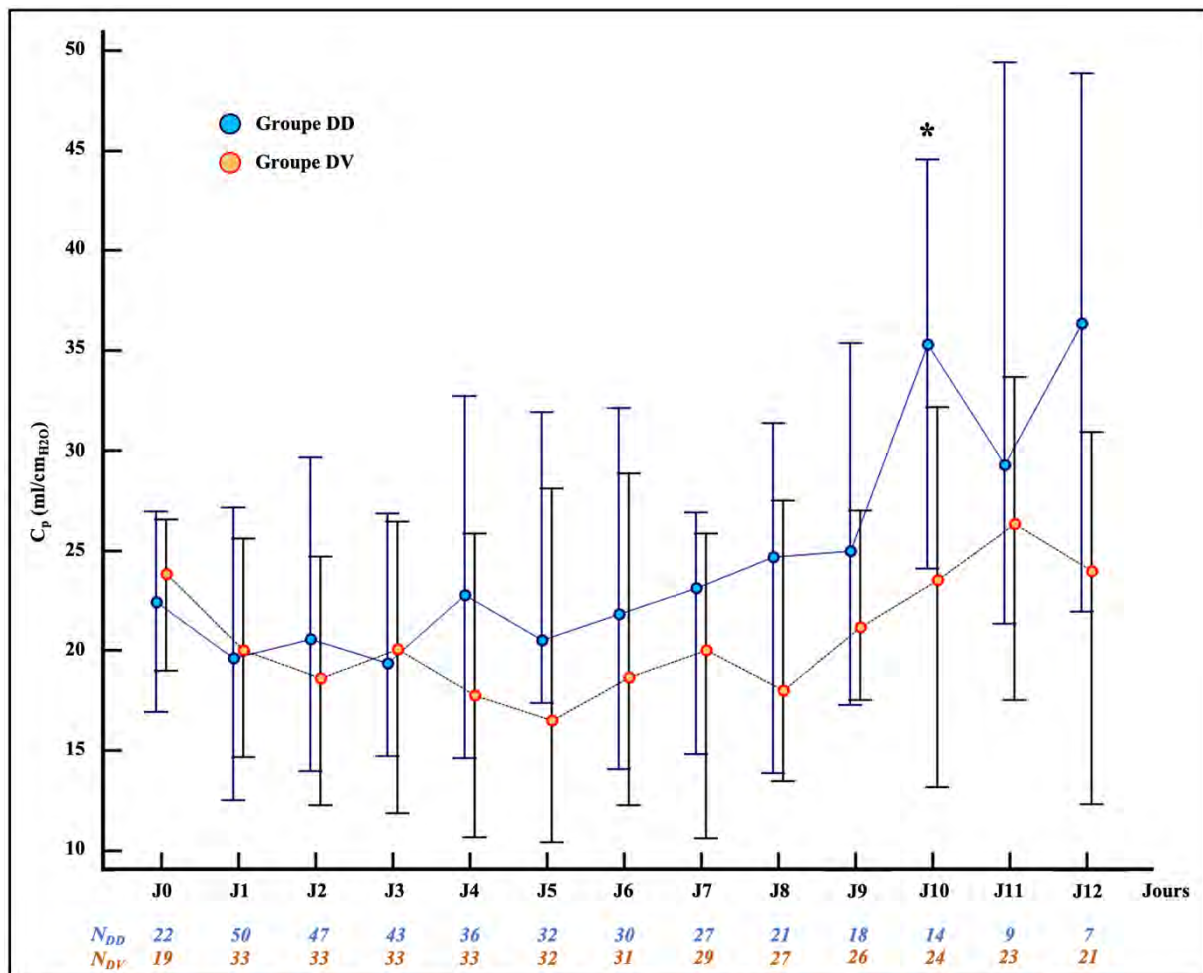
##### **1.5.1 Évolution temporelle**

###### **a. Compliance pulmonaire ( $C_p$ ) et rapport $P_aO_2 / F_iO_2$**

Nous avons étudié l'évolution de l'appareil respiratoire après mise en place de l'ECMO<sub>vv</sub> grâce à l'analyse de ses deux marqueurs principaux : la Compliance pulmonaire ( $C_p$ ) et le rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$ . Au regard de la diminution du nombre de patients au cours du temps (sevrage d'ECMO<sub>vv</sub> ou décès), l'analyse a été réalisée sur les 12 jours suivant la pose (à J12, 7 patients dans le groupe DD et 21 dans le groupe DV).

L'analyse de l'évolution de la  $C_p$  sur l'ensemble de la population d'étude n'objective pas de différence. La comparaison des  $C_p$  à chacun des temps entre le groupe DV et le groupe DD ne rapporte pas de différence, exceptée à J10 ( $C_p$  groupe DV : 24 [13 ; 32] ml/cm<sub>H2O</sub> ;  $C_p$  groupe DD : 35 [24 ; 45] ml/cm<sub>H2O</sub> ( $p = 0,02$ )) (Figure 2).

L'étude de l'évolution du rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$  au sein de la population d'étude montre une augmentation significative sur les temps J1 à J8 et J12 en comparaison avec J0 (avant pose d'ECMO<sub>vv</sub>) (Figure 3). Il n'existe pas de différence significative entre les deux groupes à chacun des temps de l'étude.

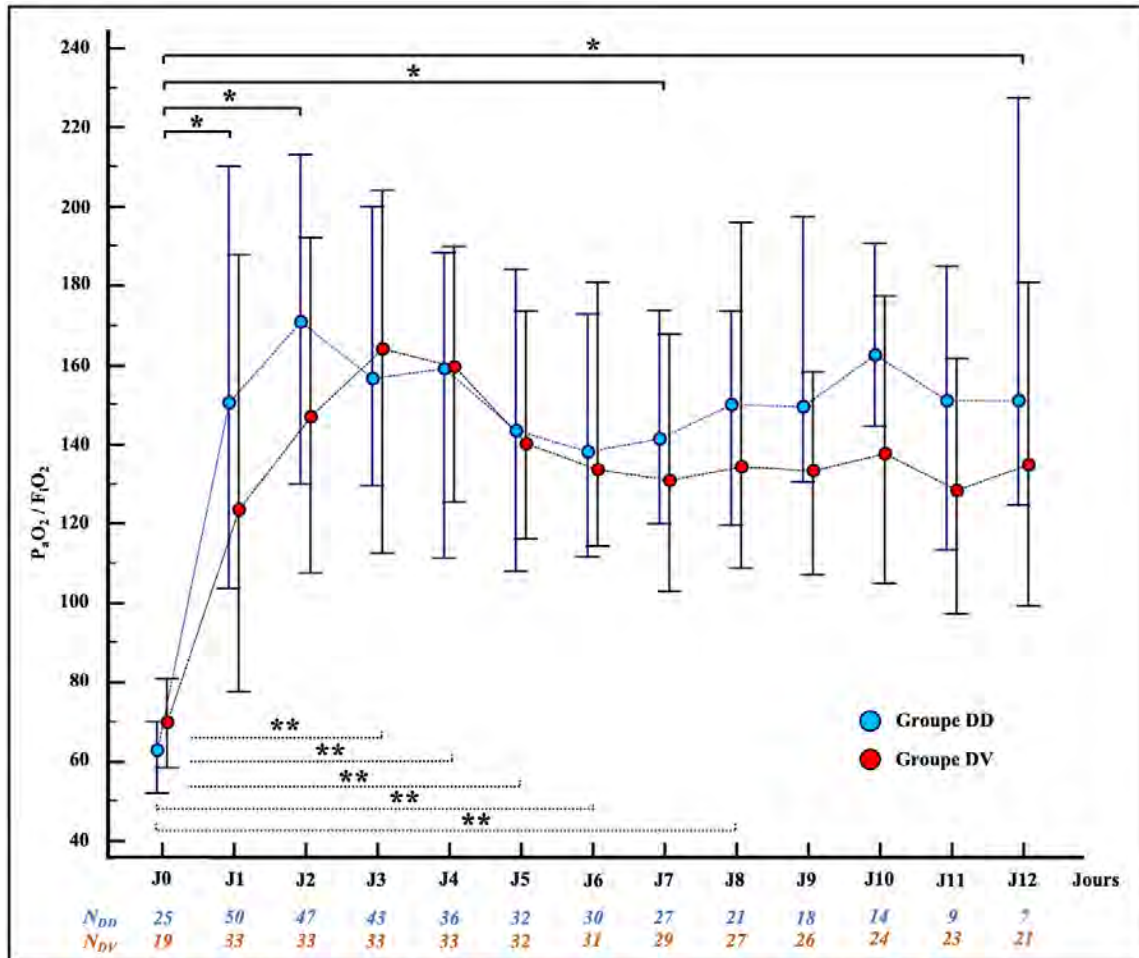


**Figure 2 : Évolution de la Compliance pulmonaire au cours des 12 jours après pose d'ECMO<sub>vv</sub>**

Les valeurs sont des médianes [25<sup>e</sup> p ; 75<sup>e</sup> p]. J0 : avant ECMO<sub>vv</sub>

DV : Décubitus ventral, DD : Décubitus dorsal,  $C_p$  : Compliance pulmonaire,  $N_x$  : effectif

\* :  $p < 0,05$



**Figure 3 : Évolution du rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$  au cours des 12 jours après pose d'ECMO<sub>vv</sub>**  
 Les valeurs sont des médianes [25<sup>e</sup> p ; 75<sup>e</sup> p]. J0 : avant ECMO<sub>vv</sub>  
 DV : Décubitus ventral, DD : Décubitus dorsal,  $N_x$  : effectif  
 \* :  $p < 0,05$   
 \*\* :  $p < 0,01$

### b. pH et ses déterminants

La comparaison du pH, de la  $P_aCO_2$  et du taux de  $HCO_3^-$  au cours des 12 jours suivants la pose de l'ECMO<sub>vv</sub> n'objective pas de différence entre les deux groupes d'étude, à l'exception de J5 pour le pH et la  $P_aCO_2$  et J12 pour le pH (Annexe 3).

#### 1.5.2 Effet du DV sur les paramètres respiratoires et gazométriques

Afin d'étudier l'effet du DV sur l'évolution des paramètres respiratoires et gazométriques, les données ont été analysées à trois temps distincts : avant la séance de DV (pré - DV) ; 24h après le début du DV, soit dans les heures suivants la remise en DD (post - DV) ; 48h après le début du DV, soit 24h après la fin de la séance de DV (DV + H24).

Ainsi, le groupe DV a été comparé au groupe DD<sup>R</sup> : groupe de patients restés sur le dos et dont le temps « pré - DV » correspond au nadir des mesures réalisées lors de la même période

que celle du groupe DV. Cette période a été définie par l'intervalle interquartile du jour de la première séance de DV après mise en place de l'ECMO<sub>vv</sub> (entre J1 et J6).

Il est à noter que ce temps encadrant le 1<sup>er</sup> DV est une période dite « critique » car les mesures « pré - DV » correspondent aux nadirs des paramètres étudiés.

La période encadrant le 1<sup>er</sup> DV est associée à une amélioration significative de la P<sub>a</sub>O<sub>2</sub> et du rapport P<sub>a</sub>O<sub>2</sub> / F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> au sein de chacun des groupes. Elle est aussi associée à une augmentation significative de la PEP dans le groupe DV (Tableau 4). La comparaison des paramètres respiratoires et gazométriques entre les groupes DV et DD<sup>R</sup> à chacun des temps rapporte des valeurs de P<sub>a</sub>O<sub>2</sub> et rapport P<sub>a</sub>O<sub>2</sub> / F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> significativement plus basses au temps « pré - DV » dans le groupe DV (Tableau 4). Cette différence entre les deux groupes n'est pas retrouvée après la fin de la séance de DV, tant sur les paramètres « post - DV » qu'à 24h de la fin du DV (Tableau 4).

## **2. Caractérisation des patients survivants à J90**

### ***2.1. Critères cliniques généraux***

Le score SOFA était significativement plus élevé dans le groupe des patients décédés à J90 (Annexe 4). De plus, ce groupe présentait une durée de VM, de réanimation et d'hospitalisation significativement plus courte (Annexe 4).

### ***2.2. Paramètres respiratoires et pH sur les 12 jours suivants la pose d'ECMO<sub>vv</sub>***

La comparaison de l'évolution des paramètres respiratoires et du pH entre les patients vivants au 90<sup>e</sup> jour et les patients décédés montre que les patients survivants présentaient une plus grande amélioration au cours des premiers jours suivants la pose de l'ECMO<sub>vv</sub> (Figure 4 et Annexe 5).

Tableau 4 : Comparaison des paramètres ventilatoires et gazométriques pre et post période de DV lors de la séance de DV1

DV1	Groupe DDR	Groupe DV	p <sup>a</sup>	p <sup>aaa</sup>	p <sup>aaa</sup>
C <sub>p</sub>	Médiane [25 <sup>e</sup> p – 75 <sup>e</sup> p]	Médiane [25 <sup>e</sup> p – 75 <sup>e</sup> p]			p < 0,05
	pre - DV	19 [13 ; 26]	14 [9 ; 25]	0,16	
	post - DV	21 [15 ; 31]	19 [10 ; 25]	0,40	0,20
	DV + 24h	22 [15 ; 30]	19 [11 ; 26]	0,17	
P <sub>a</sub> O <sub>2</sub> /F <sub>i</sub> O <sub>2</sub>					
	pre - DV	129 [100 ; 176]	105 [75 ; 133]	<0,01*	(2) (3)
	post - DV	162 [135 ; 208]	147 [120 ; 204]	0,36	(1)
	DV + 24h	156 [123 ; 200]	168 [135 ; 203]	0,52	(1)
P <sub>a</sub> O <sub>2</sub>					
	pre - DV	71 [63 ; 83]	63 [53 ; 71]	<0,01*	(2)
	post - DV	77 [66 ; 85]	70 [62 ; 88]	0,23	(1) (3)
	DV + 24h	71 [63 ; 81]	67 [61 ; 82]	0,70	(2)
P <sub>a</sub> CO <sub>2</sub>					
	pre - DV	43 [39 ; 49]	44 [39 ; 48]	0,94	
	post - DV	42 [38 ; 45]	40 [37 ; 43]	0,21	0,56
	DV + 24h	42 [37 ; 46]	42 [37 ; 46]	0,84	
PEP					
	pre - DV	13 [10 ; 15]	12 [10 ; 14]	0,68	(2) (3)
	post - DV	12 [10 ; 15]	14 [11 ; 15]	0,30	(1)
	DV + 24h	12 [10 ; 15]	14 [12 ; 15]	0,09	(1)
pH					
	pre - DV	7,39 [7,33 ; 7,44]	7,44 [7,38 ; 7,46]	0,09	
	post - DV	7,42 [7,35 ; 7,46]	7,43 [7,39 ; 7,50]	0,20	0,35
	DV + 24h	7,43 [7,36 ; 7,46]	7,42 [7,38 ; 7,46]	0,90	
P <sub>plat</sub>					
	pre - DV	24 [22 ; 25]	24 [21 ; 26]	0,82	
	post - DV	24 [22 ; 25]	25 [24 ; 26]	0,19	0,44
	DV + 24h	25 [22 ; 26]	25 [24 ; 26]	0,64	

<sup>R</sup> : mesures réalisées lors de la même période que celle du groupe DV; (1) : Pre - DV; (2) : Post - DV; (3) : DV + H24.

<sup>a</sup> : analyse entre les groupes DV et DD ; <sup>aaa</sup> : analyse au sein du groupe DD ; <sup>aaa</sup> : analyse au sein du groupe DV.

DV : décubitus ventral, DD : Décubitus dorsal, Cp : Compliance pulmonaire, P<sub>a</sub>O<sub>2</sub> : pression partielle artérielle en oxygène, P<sub>a</sub>CO<sub>2</sub> : pression partielle artérielle en CO<sub>2</sub>, PEP : pression expiratoire positive, P<sub>plat</sub> : pression de plateau

Pre-DV : avant réalisation du DV, Post-DV : après retournement sur le dos, DV+24h : 24h après la fin du DV



En effet, le groupe des patients vivants à J90 présentait un rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$  significativement plus important dès J2 et ce jusqu'à J12 (excepté J11, non significatif) (Figure 4). La comparaison des valeurs de pH retrouvait elle aussi une amélioration dans les premiers jours (J1 à J3) chez les patients survivants par rapport aux patients décédés (Annexe 5.B), non accompagnée d'une amélioration de la compliance (Annexe 5.A).

### 2.3. Paramètres respiratoires et gazométriques au cours de la période critique

Le moment du 1<sup>er</sup> DV est une période « critique » dans l'évolution des paramètres respiratoires et gazométriques.

Leur comparaison au cours de cette période objective que les patients survivants à J90 présentaient de meilleurs paramètres respiratoires et gazométriques que les patients décédés : la différence la plus notable porte sur le rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$ , plus élevé dans le groupe des survivants et ce aux trois temps de mesures (Tableau 5). Cette différence est aussi retrouvée sur les paramètres de  $C_p$  et de  $P_aO_2$ , avec une amélioration plus importante de ces derniers après le DV (temps « DV + 24h » pour la  $C_p$  ( $p = 0,038$ ) ; temps « post - DV » pour la  $P_aO_2$  ( $p = 0,018$ ) (Tableau 5).

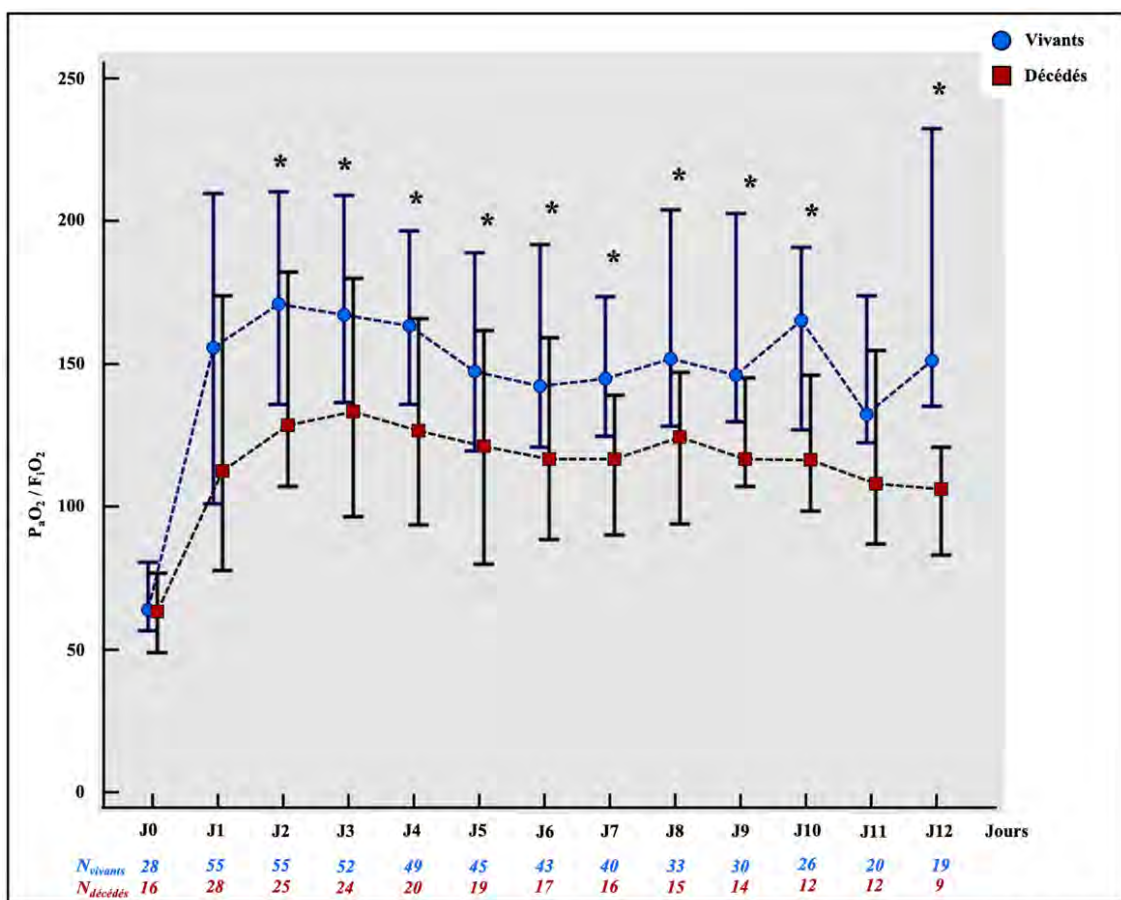


Figure 4 : Évolution du rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$  au cours des 12 jours après pose d'ECMO<sub>vv</sub> en fonction de la survie à J90. Les valeurs sont des médianes [25<sup>e</sup> p ; 75<sup>e</sup> p]. J0 : avant ECMO<sub>vv</sub> \* :  $p < 0,05$

La comparaison des paramètres gazométriques montre elle aussi une valeur de  $P_aCO_2$  plus basse au temps « pré - DV » ( $p = 0,02$ ) et des valeurs de pH plus hautes aux temps « pré - DV » ( $p = 0,002$ ) et « post - DV » ( $p = 0,04$ ) chez les patients survivants (Tableau 5).

**Tableau 5 : Comparaison des survivants et décédés à J90 en fonction de l'évolution des paramètres pendant les 48h de la période DV1.**

DV1	Survie à J90		Décès à J90		p
	N	Médiane [25 <sup>e</sup> p – 75 <sup>e</sup> p]	N	Médiane [25 <sup>e</sup> p – 75 <sup>e</sup> p]	
<b>C<sub>p</sub></b>					
pré - DV	55	19 [13 ; 25]	28	14 [9 ; 26]	0,23
post - DV	55	21 [16 ; 29]	24	14 [8 ; 32]	0,16
DV + 24h	50	21 [16 ; 27]	21	14 [7 ; 29]	<b>0,04*</b>
<b>PEP</b>					
pré - DV	55	13 [10 ; 15]	28	12 [10 ; 15]	0,69
post - DV	55	13 [10 ; 15]	24	12 [11 ; 15]	0,95
DV + 24h	50	14 [10 ; 15]	21	12 [10 ; 14]	0,25
<b>P<sub>plat</sub></b>					
pré - DV	55	24 [22 ; 26]	28	24 [23 ; 25]	0,54
post - DV	55	24 [23 ; 26]	24	25 [24 ; 27]	0,80
DV + 24h	50	25 [22 ; 26]	21	25 [24 ; 26]	0,80
<b>P<sub>aO<sub>2</sub></sub></b>					
pré - DV	55	67 [60 ; 79]	28	66 [54 ; 76]	0,31
post - DV	55	77 [66 ; 86]	24	66 [63 ; 77]	<b>0,02*</b>
DV + 24h	50	71 [63 ; 82]	21	65 [58 ; 78]	0,07
<b>P<sub>aO<sub>2</sub></sub>/F<sub>iO<sub>2</sub></sub></b>					
pré - DV	55	129 [97 ; 169]	28	104 [73 ; 128]	<b>0,02*</b>
post - DV	55	171 [140 ; 213]	24	125 [109 ; 161]	<b>&lt;0,01*</b>
DV + 24h	50	171 [140 ; 205]	21	129 [82 ; 168]	<b>&lt;0,01*</b>
<b>P<sub>aCO<sub>2</sub></sub></b>					
pré - DV	55	42,5 [38 ; 46]	28	46,9 [42,2 ; 49,6]	<b>0,02*</b>
post - DV	55	41,1 [37,1 ; 44]	24	41,8 [37,6 ; 46,8]	0,43
DV + 24h	50	42,2 [39 ; 46]	21	37,5 [34,5 ; 45]	0,07
<b>pH</b>					
pré - DV	55	7,42 [7,37 ; 7,46]	28	7,38 [7,24 ; 7,42]	<b>&lt;0,01*</b>
post - DV	55	7,43 [7,39 ; 7,47]	24	7,38 [7,30 ; 7,47]	<b>0,04*</b>
DV + 24h	50	7,43 [7,39 ; 7,46]	21	7,42 [7,34 ; 7,49]	0,82

Les données sont des médianes [25<sup>e</sup> p ; 75<sup>e</sup> p]. N : effectif.

**DV** : décubitus ventral, **DD** : Décubitus dorsal, **C<sub>p</sub>** : Compliance pulmonaire, **P<sub>aO<sub>2</sub></sub>** : pression partielle artérielle en oxygène, **P<sub>aCO<sub>2</sub></sub>** : pression partielle artérielle en CO<sub>2</sub>, **PEP** : pression expiratoire positive, **P<sub>plat</sub>** : pression de plateau, **Pré-DV** : avant réalisation du DV, **Post-DV** : après retournement sur le dos, **DV+24h** : 24h après la fin du DV

### 3. Analyse en composantes principales (ACP)

Afin d'affiner notre analyse sur le devenir des patients, nous avons mené une analyse en composantes principales pour déterminer si une variable synthétique (résumant l'information contenue dans une large base de données) influençait le pronostic des patients sous ECMO<sub>vv</sub>.

#### 3.1. Création des variables par analyse en composantes principales

Après des itérations multiples, l'étude des matrices de corrélation, la mise en évidence des données manquantes nombreuses pour l'ensemble de l'échantillon au-delà de J6, nous avons réalisé une analyse en composantes principales (ACP) sur les paramètres gazométriques et ventilatoires des 3 premiers jours.

L'ACP retenue a porté sur les paramètres suivants, relevés de J1 à J3 : le rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$ , le pH, le taux de  $HCO_3^-$  et la  $C_p$ . Elle comprend 3 composantes qui sont des variables canoniques synthétiques. Ainsi, la composante 1 regroupant pour l'essentiel les valeurs du pH et de  $HCO_3^-$  (J1 à J3) est appelée « Variable synthétique équilibre acide-base » ( $V_{\text{synth}} A/B$ ), la composante 2 regroupant les  $C_p$  de J1 à J3 est appelée « Variable synthétique Compliance » ( $V_{\text{synth}} C_p$ ) et la composante 3 regroupant les rapports  $P_aO_2 / F_iO_2$  de J1 à J3 est appelée « Variable synthétique  $P_aO_2 / F_iO_2$  » ( $V_{\text{synth}} P/F$ ) (Figure 5 et Tableau 6). Elles sont donc le reflet de l'ensemble des mesures de leurs paramètres respectifs au cours des 3 premiers jours suivant la pose de l'ECMO<sub>vv</sub>.

Le pourcentage de la variance totale expliquée par ces 3 composantes (issues de 12 paramètres) est de 77,4% (valeur satisfaisante) (Annexe 6.a). Les matrices de corrélation des composantes, la qualité de représentation des 3 composantes extraites ainsi que le tracé d'effondrement figurent dans les annexes (Annexes 6.b - 6.e).

Le déterminant égal à  $5,856^{-5}$  (Annexe 6.b), l'indice KMO égal à 0,734 et le test de sphéricité de Bartlett avec un  $p < 0,05$  répondent de façon adéquate aux critères de validation (Annexe 6.f). La méthode de rotation utilisée a été la méthode Varimax avec normalisation Kaiser. La distribution des variables des 3 composantes après rotation est illustrée dans la figure suivante (Figure 5).

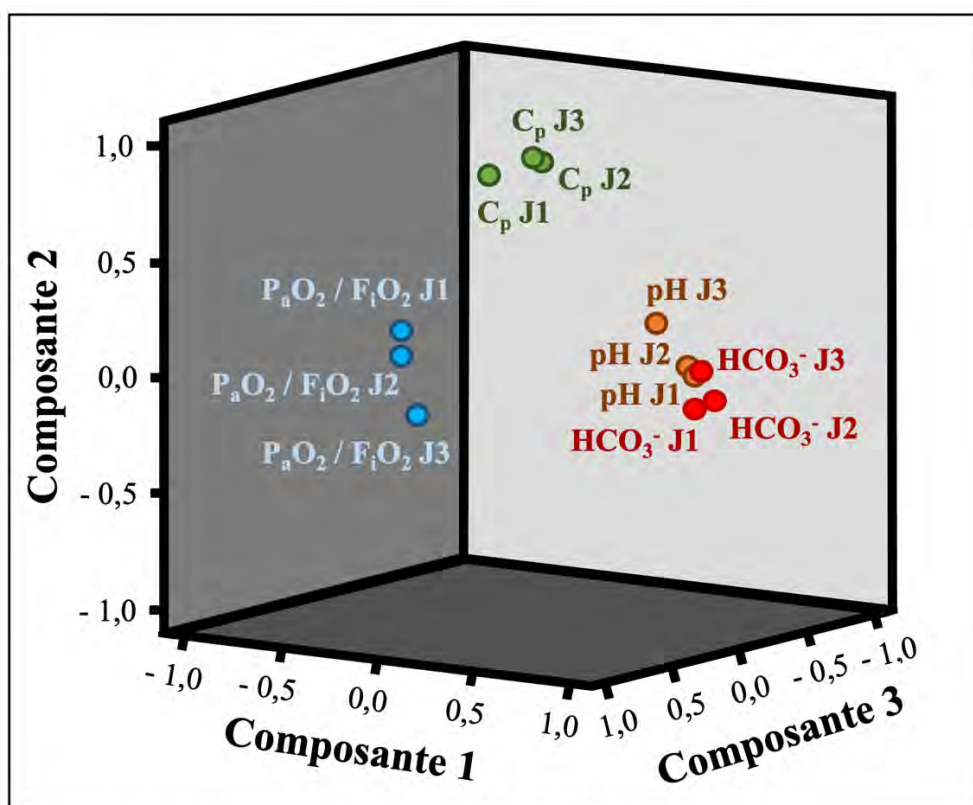


Figure 5 : Tracé des composantes dans l'espace après rotation

Les proportions de chacun des paramètres pour les 3 composantes sont représentées dans le tableau de la matrice des coefficients des composantes (Tableau 6).

Tableau 6 : Matrice des coefficients des composantes

	Composante 1	Composante 2	Composante 3
$P_aO_2 / F_iO_2$ J1	-,016	,021	,341
$P_aO_2 / F_iO_2$ J2	,011	-,032	,410
$P_aO_2 / F_iO_2$ J3	,029	-,135	,416
pH J1	,181	,004	-,015
pH J2	,195	-,009	,001
pH J3	,175	,076	,064
$HCO_3^-$ J1	,188	-,065	-,012
$HCO_3^-$ J2	,218	-,053	,006
$HCO_3^-$ J3	,203	,000	,002
$C_p$ J1	-,045	,338	-,027
$C_p$ J2	-,010	,371	-,076
$C_p$ J3	,004	,366	-,056

*HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> : concentration en bicarbonates, C<sub>p</sub> : compliance pulmonaire*

### 3.2. Comparaison des groupes DV et DD

Les trois variables synthétiques ont été utilisées pour comparer les deux groupes DV et DD. Il n'existe pas de différence significative entre ces deux groupes pour l'ensemble des trois variables (Tableau 7).

**Tableau 7 : Comparaison des groupes DV et DD en fonction des variables synthétiques**

	Groupe DD		Groupe DV		<i>p</i>
	N	Médiane [25° p – 75° p]	N	Médiane [25° p – 75° p]	
<b>V<sub>synth</sub> A/B</b>	43	0,21 [-0,57 ; 0,64]	33	0,24 [-0,53 ; 0,63]	0,75
<b>V<sub>synth</sub> C<sub>p</sub></b>	43	-0,09 [-0,53 ; 0,47]	33	-0,07 [-0,78 ; 0,49]	0,63
<b>V<sub>synth</sub> P/F</b>	43	-0,02 [-0,53 ; 0,80]	33	-0,13 [-0,98 ; 0,52]	0,22

*DV* : décubitus ventral, *DD* : décubitus dorsal, *V<sub>synth</sub> A/B* : variable synthétique équilibre acide-base, *V<sub>synth</sub> C<sub>p</sub>* : variable synthétique compliance, *V<sub>synth</sub> P/F* : variable synthétique P<sub>a</sub>O<sub>2</sub> / F<sub>i</sub>O<sub>2</sub>

### 3.3. Comparaison des survivants et décédés

De la même manière, les trois variables synthétiques ont permis la comparaison les patients survivants à J90 aux patients décédés. Les deux groupes sont statistiquement différents sur la V<sub>synth</sub> A/B (*p* = 0,03), sans différence retrouvée sur les deux autres variables (Tableau 8).

**Tableau 8 : Comparaison des survivants à J90 aux patients décédés en fonction des variables synthétiques**

	Survivants à J90		Décédés à J90		<i>p</i>
	N	Médiane [25° p – 75° p]	N	Médiane [25° p – 75° p]	
<b>V<sub>synth</sub> A/B</b>	52	0,27 [-0,18 ; 0,65]	24	-0,20 [-1,49 ; 0,62]	<b>0,03*</b>
<b>V<sub>synth</sub> C<sub>p</sub></b>	52	-0,08 [-0,48 ; 0,25]	24	-0,26 [-0,96 ; 0,89]	0,72
<b>V<sub>synth</sub> P/F</b>	52	0,02 [-0,53 ; 0,81]	24	-1,06 [-0,98 ; 0,12]	0,07

*V<sub>synth</sub> A/B* : variable synthétique équilibre acide-base, *V<sub>synth</sub> C<sub>p</sub>* : variable synthétique compliance, *V<sub>synth</sub> P/F* : variable synthétique P<sub>a</sub>O<sub>2</sub> / F<sub>i</sub>O<sub>2</sub>

### 3.4. Facteurs prédictifs de survie

Les analyses précédemment réalisées et s’attachant à comparer les paramètres cliniques, respiratoires et gazométriques entre les patients survivants à J90 et les patients décédés, ont rapporté le fait que le score SOFA, le rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$  et le pH était significativement différents entre ces deux groupes.

Afin d’établir si ces facteurs potentiels jouent un rôle dans la survie des patients à J90, une analyse multivariée par modèle de Cox a été réalisée. Il est à noter que la  $V_{\text{synth}} P/F$  et la  $V_{\text{synth}} A/B$  ont été préférées au rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$  et au pH car elles sont, par définition, un meilleur reflet de ces paramètres au cours de premiers jours suivant la pose d’ECMO<sub>vv</sub>.

Cette dernière montre que les  $V_{\text{synth}} P/F$  et  $V_{\text{synth}} A/B$  sont deux facteurs prédictifs de survie à J90 chez les patients en SDRA sous ECMO<sub>vv</sub> (Tableau 9).

**Tableau 9 : Facteurs prédictifs de survie**

	<b>Risk Ratio</b>	<b>95% IC</b>	<b>p</b>
<b>Variable :</b>			
$V_{\text{synth}} A/B$	0,578	(0,37 ; 0,89)	<b>0,02*</b>
$V_{\text{synth}} P/F$	0,618	(0,39 ; 0,99)	<b>0,04*</b>
SOFA	1,145	(0,98 ; 1,33)	0,08
<b>Ajustement général du modèle (p)</b>		0,0006*	
<b>Harrell’s C-index<sup>n</sup></b>		0,70 [0,60 ; 0,81]	
<i><sup>N</sup> : C-index d’Harrell analyse la capacité prédictive d’un modèle de survie multivariée</i>			
<i><math>V_{\text{synth}} A/B</math> : variable synthétique équilibre acide-base, <math>V_{\text{synth}} P/F</math> : variable synthétique <math>P_aO_2 / F_iO_2</math></i>			
<i>SOFA : Sepsis-related Organ Failure Assessment</i>			

## DISCUSSION

Les résultats de notre étude montrent que le pronostic à 3 mois des patients en SDRA sous ECMO<sub>vv</sub> dépend de la cinétique d'amélioration des paramètres gazométriques (équilibre acide/base et rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$ ) au cours des premiers jours suivant la pose d'ECMO<sub>vv</sub>. Les patients ayant bénéficié de DV ont des paramètres gazométriques avant retournement moins bons que ceux restés en DD. Ainsi, le DV permettrait d'améliorer ces paramètres afin de rétablir un schéma d'évolution semblable à celui des patients restés en DD.

Notre population présentait à l'inclusion un score IGS<sub>2</sub> médian à 58 (mortalité prédite > 60%) (21) et un score SOFA médian à 9 (mortalité prévisible > 15%) (25). Ces critères de gravité ainsi que l'ensemble des autres caractéristiques cliniques et respiratoires à l'inclusion sont similaires aux populations étudiées dans les autres études portant sur le rôle du DV chez les patients sous ECMO<sub>vv</sub> (16,26).

Dans notre étude, les durées d'assistance par ECMO<sub>vv</sub> et de ventilation mécanique (VM) étaient plus longues chez les patients mis en DV par rapport aux patients restés sur le dos. Il en était de même pour les durées d'hospitalisation (hors réanimation et en réanimation). Ces mêmes résultats ont été rapportés dans plusieurs études et des hypothèses ont été discutées pour tenter de les expliquer (15,16). L'hypothèse la plus probable réside dans le fait que la décision de mise en DV par les praticiens repose sur une cinétique défavorable (dégradation ou non-évolution). Ainsi, les patients placés en DV présentent probablement une évolution plus lente nécessitant des supports par ECMO<sub>vv</sub> et VM prolongés, ayant pour conséquence une durée d'hospitalisation plus longue.

La mortalité au sein de notre population d'étude semble plus basse (33,7% à J90) que celle retrouvée dans d'autres études s'intéressant au DV chez les patients sous ECMO<sub>vv</sub> (supérieur à 40% pour la plupart des études) (10,16,26,27). Nos résultats s'approchent de la mortalité de l'étude EOLIA qui rapporte une mortalité à J60 à 35% dans le groupe des patients sous ECMO<sub>vv</sub> contre 31,1% dans notre étude (8).

Comme énoncé en introduction, la littérature s'accorde sur le fait que la réalisation des DV sous ECMO<sub>vv</sub> n'est pas associée à la survenue de plus d'effets indésirables graves (12,13). Malgré nos résultats objectivant significativement plus d'évènements hémorragiques dans le

groupe DV que dans le groupe DD (54,5% versus 16% d'épisodes hémorragiques, 15,2% versus 2% de chocs hémorragiques), aucune différence n'est retrouvée dans les motifs de retrait d'ECMO<sub>vv</sub>. Aucune assistance n'a d'ailleurs été retirée dans le groupe DV pour cause de choc hémorragique non contrôlé.

L'absence de différence sur la mortalité et la présentation clinique à J90, ainsi que sur la cinétique globale des paramètres respiratoires au cours de l'étude entre les groupes DV et DD a permis la création des deux groupes de comparaison : les patients ayant survécus à J90 et les patients décédés (qu'ils aient ou non bénéficié de DV). Nous avons comparé la cinétique de différents paramètres ventilatoires et gazométriques dans ces deux groupes afin d'identifier s'il existait des facteurs associés à une meilleure survie ultérieure.

L'analyse univariée a montré que les patients vivants à J90 présentaient dans les premiers jours suivant la pose d'ECMO<sub>vv</sub> de meilleurs paramètres respiratoires et gazométriques. Les patients vivants présentaient une amélioration plus importante du rapport  $P_{aO_2} / F_{iO_2}$  dès J2, se maintenant tout au long des 12 jours d'analyse. Ils présentaient également une valeur de pH plus importante sur les trois premiers jours. L'évolution sur les premiers jours suivant la pose d'ECMO<sub>vv</sub> semble donc jouer un rôle important dans la survie à 3 mois de nos patients.

Afin d'évaluer plus précisément l'évolution des paramètres respiratoires et gazométriques sur les premiers jours, nous avons analysé la période des 48h encadrant le 1<sup>er</sup> DV. Nous avons nommé ce moment « période critique » car le temps « pré - DV » représentait le nadir des paramètres relevés au cours des premiers jours suivant la pose d'ECMO<sub>vv</sub>. Le but de cette analyse était de s'amender du biais de variation interindividuelle (certains s'aggravant sur les premiers jours puis s'améliorant, d'autres ayant une évolution favorable rapide) et ainsi d'étudier l'évolution des paramètres à partir du temps le plus « grave ».

La comparaison des patients vivants à J90 aux patients décédés pendant cette période a confirmé notre premier constat sur le rôle potentiel des premiers jours dans la survie ultérieure. En effet, elle a mis en évidence de meilleurs paramètres respiratoires ( $C_p$ ,  $P_{aO_2}$  et  $P_{aO_2} / F_{iO_2}$ ) et un pH plus élevé chez les patients vivants que chez les patients décédés. La différence de valeur du rapport  $P_{aO_2} / F_{iO_2}$  représente le résultat le plus marquant de notre analyse. Ce paramètre reste en effet significativement meilleur tout au long de cette période critique. Si le nadir est significativement plus haut chez ces patients, l'évolution du rapport  $P_{aO_2} / F_{iO_2}$  au cours des 48h heures suivantes est elle aussi meilleure.



L'analyse multivariée corrobore nos résultats en identifiant les  $V_{\text{synth P/F}}$  et  $V_{\text{synth A/B}}$  comme des facteurs prédictifs de survie à J90. Ces deux variables, issues de l'analyse en composantes principales, regroupent respectivement l'ensemble des mesures du rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$  et des valeurs gazométriques au cours des trois premiers jours. Cette dernière analyse apporte donc un argument supplémentaire en faveur de l'importance du rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$  et des paramètres gazométriques au cours des premiers jours suivants la pose d'ECMO<sub>vv</sub> dans la survie ultérieure.

Le rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$  est un marqueur de référence de l'hypoxie permettant d'apprécier l'efficacité des échanges gazeux au sein du poumon (28). La diminution de sa valeur est utilisée dans la gradation de la sévérité du SDRA, elle-même associée à une augmentation de la mortalité (19). Même si le lien entre ce marqueur et la mortalité est aujourd'hui clairement établi (29), l'impact de la valeur du rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$  au cours des premiers jours suivant la pose d'ECMO<sub>vv</sub> sur la mortalité n'a, à notre connaissance, que peu été décrit.

En effet, l'ensemble des études s'intéressant aux scores pronostiques de mortalité chez les patients sous ECMO<sub>vv</sub> utilisait des facteurs avant mise en place de l'assistance (30–32). A l'instar de notre étude, le rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$  initial n'était pas significativement différent entre les patients décédés et vivants. Ce paramètre n'était d'ailleurs pas inclus dans les modèles pronostiques.

Au contraire de la valeur initiale du rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$ , il semblerait donc que son évolution au cours des premiers jours pourrait jouer un rôle déterminant dans le pronostic ultérieur. Deux études corroborent cette théorie chez les patients en SDRA sans support par ECMO<sub>vv</sub> (33,34). Une autre étude montre qu'une diminution du rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$  chez les patients sous ECMO<sub>vv</sub> sur les 7 jours suivants la mise en place de l'assistance est associée à une plus grande mortalité (35).

Le pH est un autre facteur pronostique de survie retrouvé dans notre étude. Déjà rapporté dans la littérature (36), ce paramètre a d'ailleurs été ajouté dans un des modèles pronostiques les plus récents, le PRESET-Score, qui constitue un outil de prédiction intéressant (37). Néanmoins c'est la valeur de pH avant assistance par ECMO<sub>vv</sub> qui est a été étudiée et identifiée en facteur pronostique et non sa valeur sur les premiers jours comme nous l'avons montré dans nos résultats. En plus de sa valeur initiale (avant ECMO<sub>vv</sub>), son évolution au cours des premiers jours pourrait donc être importante dans le pronostic ultérieur des patients.

Nous avons montré que l'ensemble des paramètres respiratoires et gazométriques des patients placés en DV restaient comparables aux patients en DD, et ce pendant les 12 jours de l'analyse. Ces résultats ont été confirmés par la comparaison des  $V_{\text{synth}} C_p$ ,  $V_{\text{synth}} A/B$  et  $V_{\text{synth}} P/F$ , variables reflétant les paramètres sur les premiers jours suivant la pose d'ECMO<sub>vv</sub>. Les patients placés en DV avaient donc une évolution globale de leurs paramètres similaire aux patients restés sur le dos.

L'analyse de la période critique entourant le DV1 comportait deux intérêts : le premier était d'étudier la cinétique des paramètres à partir de leur nadir sur les premiers jours, comme nous l'avons expliqué précédemment ; le second était d'analyser l'effet propre du DV en comparant les patients bénéficiant de DV aux patients restés sur le dos.

Cette période était marquée par une amélioration significative des paramètres de  $P_aO_2 / F_iO_2$  et de  $P_aO_2$  au sein de chacun des deux groupes. Néanmoins, la comparaison des deux groupes a montré que les patients en DV avaient des paramètres avant réalisation du DV plus graves que les patients restés en DD. Ces paramètres devenaient ensuite similaires après réalisation de la séance de DV. Ce résultat amène à deux constats : au début de la période critique, les patients placés en DV semblaient plus graves que les patients restés en DD (statut pouvant expliquer la décision des cliniciens de retournement) ; l'effet propre du DV semblait être l'amélioration de ces paramètres afin de recouvrer l'évolution des patients restés sur le dos. Ce dernier constat est en accord avec plusieurs études ayant montré que la réalisation de séances de DV permettait une amélioration des paramètres respiratoires, dont le rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$  et la  $P_aO_2$  (10,13,38).

Nous avons montré que les patients ayant bénéficiés de DV ne présentaient pas une mortalité significativement différente des patients restés sur le dos. Ces résultats sont en accord avec certaines études récentes évaluant l'effet du DV sur la mortalité chez les patients sous ECMO<sub>vv</sub> (16,17). Néanmoins plusieurs autres études rapportent un effet bénéfique du DV chez ces patients (10,26,39).

Notre travail permet d'émettre une hypothèse expliquant cette discordance de la littérature. En identifiant les paramètres respiratoires et gazométriques au cours des premiers jours comme des facteurs associés à la survie ultérieure de nos patients, nous pouvons penser que le DV joue un rôle dans leur pronostic. En effet, le DV permettrait d'améliorer les paramètres des patients les plus graves afin de recouvrer une évolution similaire aux patients restés sur le dos, de même que leur pronostic. Ce dernier pourrait être effectivement plus sombre si le DV n'avait pas été réalisé. Le retournement pourrait donc avoir pour rôle d'améliorer le pronostic des patients les plus graves. Cette hypothèse pourrait expliquer nos résultats sur

l'évolution globale des paramètres respiratoires et gazométriques, similaire dans les deux groupes et nos résultats sur la mortalité des groupes DV et DD.

La discordance de la littérature quant à l'effet du DV sur la mortalité pourrait être expliquée par l'absence de données disponibles sur les critères de mise en DV. L'aggravation importante des paramètres comme motif de mise en DV (probablement le cas dans notre étude) pourrait donc expliquer une mortalité ultérieure similaire entre les deux groupes. A contrario, une mise en DV plus systématique des patients pourrait avoir pour conséquence une diminution de la mortalité au sein du groupe DV.

D'autre part, Rilinger et al. ont mis en évidence le rôle de la précocité du DV dans la mortalité ultérieure des patients sous ECMO<sub>vv</sub> (27) et nous avons montré que les premiers jours suivant le début de l'assistance étaient déterminants dans le pronostic des patients. Le rôle du DV pourrait donc être important chez les patients dont l'évolution est défavorable au cours des premiers jours.

Notre étude présente plusieurs limites, la principale étant son caractère rétrospectif. En effet, même si le logiciel ICCA<sup>®</sup> nous a permis un recueil de l'ensemble des paramètres respiratoires par son enregistrement automatique pluriquotidien, aucun contrôle de la validité des mesures n'a pu être réalisé. Une autre conséquence a été le nombre de données manquantes, notamment les paramètres respiratoires et gazométriques avant la pose de l'ECMO<sub>vv</sub>. En effet, certains patients étaient transférés d'autres centres hospitaliers après mise en place de l'assistance. Les paramètres respiratoires et gazométriques précis étaient donc inconnus. Par ailleurs, la variabilité interindividuelle dans la durée d'assistance par ECMO<sub>vv</sub> avait pour conséquence une perte importante de données au cours du temps. Nous avons donc dû nous limiter à l'analyse des 12 premiers jours afin d'obtenir des résultats pertinents.

Une autre limite était le faible effectif de notre population. Malgré l'intervalle de recueil de 6 ans, seuls 83 patients ont été inclus dans notre étude. Néanmoins notre effectif ne semble pas différent des autres études rétrospectives portant, pour la majorité, sur des effectifs compris entre 40 et 170 patients (13,17,26,27). D'autres études s'intéressant plus précisément aux paramètres respiratoires chez les patients sous ECMO<sub>vv</sub> ne comprenaient que 21 et 81 patients (9,35) et l'essai clinique international EOLIA avait permis d'inclure 124 patients sous assistance respiratoire (8). Ces effectifs dans les différentes études témoignent de la faible incidence de la thérapeutique d'ECMO<sub>vv</sub>.

Enfin, les paramètres respiratoires et gazométriques (rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$ ,  $P_aO_2$ ,  $P_aCO_2$  et pH) sous ECMO<sub>vv</sub> dépendent de l'oxygénation « artificielle » par la membrane en sus de l'oxygénation pulmonaire native (40). Les réglages du balayage, du débit et de la  $F_{Mb}O_2$  n'ont pas été analysés dans notre étude et pourraient influencer les valeurs de notre recueil. Ils pourraient créer un biais dans nos résultats. Néanmoins nous pouvons penser que la variabilité interindividuelle des réglages de l'ECMO<sub>vv</sub> sont équitablement répartis dans chacun de nos groupes et influencent peu nos comparaisons.

Malgré les différentes limites, il existe plusieurs forces dans notre étude. En effet, en analysant et comparant l'évolution des paramètres respiratoires et gazométriques entre les patients ayant été placés en DV et les patients restés en DD, notre étude décrit pour la première fois l'effet du DV sur leur cinétique globale. D'autre part, cette analyse a permis de mettre en évidence l'importance des premiers jours suivants la pose de l'ECMO<sub>vv</sub> dans la survie ultérieure des patients en SDRA. Elle a montré, en particulier, que le rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$  et l'équilibre acide-base sur ces premiers jours étaient déterminants dans la survie de ces patients. Ces constats n'ont, à notre connaissance, jamais été encore décrit. Enfin, les résultats de notre étude permettent d'amener des éléments de réponse à la discordance de la littérature et à la compréhension du rôle du DV chez les patients en SDRA sous ECMO<sub>vv</sub>. Ils semblent confirmer le fait que le DV, en améliorant les paramètres gazométriques et ventilatoires, pourrait améliorer le pronostic des patients.

Notre étude nous permet d'avancer deux théories principales : les premiers jours suivant la mise en place de l'ECMO<sub>vv</sub> sont déterminants dans la survie ultérieure des patients en SDRA ; le DV, par son effet sur les paramètres gazométriques et ventilatoires au cours des premiers jours, permet d'améliorer le pronostic des patients. Néanmoins ces résultats doivent être confirmés par de futures études.

Il est donc nécessaire d'étudier précisément l'évolution des paramètres de mécanique respiratoire ventilatoire et d'hématose sur les premiers jours suivant le début de l'assistance afin de déterminer le rôle pronostique de chacun. Si nous avons montré que le rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$  et l'équilibre acide-base peuvent être des facteurs prédictifs de survie, d'autres paramètres plus systémiques pourraient être déterminants. Il pourrait notamment être intéressant d'étudier le rôle de l'insuffisance rénale qui est un élément déterminant de l'équilibre acide-base et du pH. Une telle étude, en identifiant des facteurs prédictifs de survie, permettrait la mise en place précoce de thérapeutiques permettant l'amélioration du pronostic de ces patients.

D'autre part, même si nos résultats semblent unifier la littérature quant à l'effet bénéfique du DV sur le pronostic des patients sous ECMO<sub>vv</sub>, une étude prospective est maintenant indispensable pour confirmer cette théorie. Deux études prospectives sont en cours : l'étude française PRONECMO (ClinicalTrials ID : NCT04607551) et l'étude chinoise « Early Use of Prone Position in ECMO for Severe ARDS » (ClinicalTrials ID : NCT04139733). Elles pourraient apporter des réponses importantes sur le rôle du DV chez les patients sous ECMO<sub>vv</sub>.

## CONCLUSION

Notre étude a évalué l'impact du DV sur la mortalité à J90 de patients sous ECMO<sub>vv</sub> pour SDRA en essayant de définir des facteurs prédictifs de survie. Les résultats de notre travail objectivent que le pronostic à 3 mois des patients en SDRA sous ECMO<sub>vv</sub> dépend de la cinétique d'amélioration des paramètres gazométriques et respiratoires (équilibre acide/base et rapport  $P_aO_2 / F_iO_2$ ) au cours des premiers jours suivant la pose d'ECMO<sub>vv</sub>. Le DV permet d'améliorer ces paramètres initialement plus altérés chez les patients chez qui cette technique a été proposée, et rétablit un schéma d'évolution semblable à celui des patients restés en DD.

Le caractère inédit de notre travail réside dans la mise en évidence de la place des premiers jours suivant la pose d'ECMO<sub>vv</sub> dans la survie ultérieure de nos patients ainsi que du rôle déterminant que pourrait y jouer le DV.

Une étude prospective est maintenant nécessaire afin de confirmer l'effet bénéfique du DV sur le pronostic de ces patients. Aussi, l'identification de facteurs déterminants dans le pronostic devra être poursuivie par de nouvelles études. Elles participeraient à la mise en place de nouvelles thérapeutiques permettant d'améliorer la survie de nos patients.

Vu et permis d'imprimer  
Le Président de l'Université Toulouse III – Paul Sabatier  
Faculté de Santé  
Par délégation,  
La Doyenne-Directrice  
Du Département de Médecine, Maïeutique, Paramédical  
Professeure Odile RAUZY



Bon jour impression  
le 13/09/2022  
O. Fourcade  
Professeur O. FOURCADE  
N° RPPS : 10002903317  
Département Anesthésie & Réanimation  
Centre Hospitalo-Universitaire de TOULOUSE  
TSA 40031 - 31059 TOULOUSE Cedex 9  
Tél. : 05-61-77-74-43 / 05-61-77-92-67

## BIBLIOGRAPHIE

1. Aoyama H, Uchida K, Aoyama K, Pechlivanoglou P, Englesakis M, Yamada Y, et al. Assessment of Therapeutic Interventions and Lung Protective Ventilation in Patients With Moderate to Severe Acute Respiratory Distress Syndrome: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2019 Jul 3;2(7):e198116.
2. Huppert LA, Matthay MA, Ware LB. Pathogenesis of Acute Respiratory Distress Syndrome. *Semin Respir Crit Care Med*. 2019;40(1):31–9.
3. Gattinoni L, Marini JJ, Quintel M. Time to rethink the approach to treating acute respiratory distress syndrome. *J Am Med Assoc*. 2018 Feb 20;319(7):664–6.
4. Carrasco Loza R, Villamizar Rodríguez G, Medel Fernández N. Ventilator-Induced Lung Injury (VILI) in Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS): Volutrauma and Molecular Effects. *Open Respir Med J*. 2015;9(Suppl 2 : M6):112–9.
5. Papazian L, Aubron C, Brochard L, Chiche JD, Combes A, Dreyfuss D, et al. Formal guidelines: management of acute respiratory distress syndrome. *Ann Intensive Care*. 2019 Jun 13;9(1):69.
6. Guérin C, Reignier J, Richard JC, Beuret P, Gacouin A, Boulain T, et al. Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med*. 2013 Jun 6;368(23):2159–68.
7. Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, Wilson A, Allen E, Thalanany MM, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial. *The Lancet*. 2009 Oct 17;374:1351–63.
8. Combes A, Hajage D, Capellier G, Demoule A, Lavoué S, Guervilly C, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med*. 2018 May 24;378(21):1965–75.
9. Franchineau G, Bréchet N, Hekimian G, Lebreton G, Bourcier S, Demondion P, et al. Prone positioning monitored by electrical impedance tomography in patients with severe acute respiratory distress syndrome on veno-venous ECMO. *Ann Intensive Care*. 2020 Mar 3;10(1):12.
10. Giani M, Martucci G, Madotto F, Belliato M, Fanelli V, Garofalo E, et al. Prone Positioning during Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation in Acute Respiratory Distress Syndrome A Multicenter Cohort Study and Propensity-matched Analysis. *Ann Am Thorac Soc*. 2021 Mar 1;18(3):495–501.
11. Lucchini A, de Felippis C, Pelucchi G, Grasselli G, Patroniti N, Castagna L, et al. Application of prone position in hypoxaemic patients supported by veno-venous ECMO. *Intensive Crit Care Nurs*. 2018;48:61–8.
12. Kipping V, Weber-Carstens S, Lojewski C, Feldmann P, Rydlewski A, Boemke W, et al. Prone position during ECMO is safe and improves oxygenation. *Int J Artif Organs*. 2013 Jul 30;36(11):821–32.
13. Kimmoun A, Roche S, Bridey C, Vanhuysse F, Fay R, Girerd N, et al. Prolonged prone positioning under VV-ECMO is safe and improves oxygenation and respiratory compliance. *Ann Intensive Care*. 2015;5:35.

14. Culbreth RE, Goodfellow LT. Complications of prone positioning during extracorporeal membrane oxygenation for respiratory failure: A systematic review. *Respir Care*. 2016 Feb;61(2):249–54.
15. Poon WH, Ramanathan K, Ling RR, Yang IX, Tan CS, Schmidt M, et al. Prone positioning during venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2021 Aug 12;25(1):292.
16. Giani M, Rezoagli E, Guervilly C, Rilinger J, Duburcq T, Petit M, et al. Prone positioning during venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome: a pooled individual patient data analysis. *Crit Care*. 2022 Jan 6;26(1):8.
17. Chen Z, Li M, Gu S, Huang X, Xia J, Ye Q, et al. Effect of prone position in patients with acute respiratory distress syndrome supported by venovenous extracorporeal membrane oxygenation: a retrospective cohort study. *BMC Pulm Med*. 2022 Jun 16;22(1):234.
18. Albert RK. Prone ventilation. *Clin Chest Med*. 2000 Sep;21(3):511–7.
19. Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, Fan E, et al. Acute respiratory distress syndrome: The Berlin definition. *J Am Med Assoc*. 2012 Jun 20;307(23):2526–33.
20. Raith EP, Udy AA, Bailey M, McGloughlin S, MacIsaac C, Bellomo R, et al. Prognostic accuracy of the SOFA score, SIRS criteria, and qSOFA score for in-hospital mortality among adults with suspected infection admitted to the intensive care unit. *J Am Med Assoc*. 2017 Jan 17;317(3):290–300.
21. Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F. A New Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) Based on a European/North American Multicenter Study. *J Am Med Assoc*. 1993 Dec 22;270(24):2957–63.
22. Extracorporeal Life Support Organization. ELSO Guidelines for Cardiopulmonary Extracorporeal Life Support [Internet]. Ann Arbor, MI, USA; 2017 Aug. Available from: [www.elseo.org](http://www.elseo.org)
23. Rozenchwajg S, Guihot A, Franchineau G, Lescroat M, Bréchet N, Hékimian G, et al. Ultra-Protective Ventilation Reduces Biotrauma in Patients on Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome\*. *Crit Care Med*. 2019 Nov;47(11):1505–12.
24. Fan E, del Sorbo L, Goligher EC, Hodgson CL, Munshi L, Walkey AJ, et al. An official American Thoracic Society/European Society of intensive care medicine/society of critical care medicine clinical practice guideline: Mechanical ventilation in adult patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017 May 1;195(9):1253–63.
25. Vincent JL, de Mendonça A, Cantraine F, Moreno R, Takala J, Suter PM, et al. Use of the SOFA score to assess the incidence of organ dysfunction/failure in intensive care units: results of a multicenter, prospective study. Working group on “sepsis-related problems” of the European Society of Intensive Care Medicine. *Crit Care Med*. 1998 Nov;26(11):1793–800.
26. Guervilly C, Prud’homme E, Pauly V, Bourenne J, Hraiech S, Daviet F, et al. Prone positioning and extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome: time for a randomized trial? *Intensive Care Med*. 2019 Jul;45(7):1040–2.
27. Rilinger J, Zotzmann V, Bemtgen X, Schumacher C, Biever PM, Duerschmied D, et al. Prone positioning in severe ARDS requiring extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care*. 2020 Jul 8;24(1):397.



28. Bernard GR, Artigas A, Brigham KL, Carlet J, Falke K, Hudson L, et al. The American-European Consensus Conference on ARDS. Definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994 Mar;149(3 Pt 1):818–24.
29. Matthay MA, Ware LB, Zimmerman GA. The acute respiratory distress syndrome. *J Clin Invest*. 2012 Aug;122(8):2731–40.
30. Schmidt M, Zogheib E, Rozé H, Repesse X, Lebreton G, Luyt CE, et al. The PRESERVE mortality risk score and analysis of long-term outcomes after extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*. 2013 Aug 2;39(10):1704–13.
31. Hilder M, Herbstreit F, Adamzik M, Beiderlinden M, Bürschen M, Peters J, et al. Comparison of mortality prediction models in acute respiratory distress syndrome undergoing extracorporeal membrane oxygenation and development of a novel prediction score: the PREdiction of Survival on ECMO Therapy-Score (PRESET-Score). *Crit Care*. 2017 Dec 12;21(1):301.
32. Pappalardo F, Pieri M, Greco T, Patroniti N, Pesenti A, Arcadipane A, et al. Predicting mortality risk in patients undergoing venovenous ECMO for ARDS due to influenza A (H1N1) pneumonia: the ECMOnet score. *Intensive Care Med*. 2013 Nov 16;39(2):275–81.
33. Lai CC, Sung MI, Liu HH, Chen CM, Chiang SR, Liu WL, et al. The Ratio of Partial Pressure Arterial Oxygen and Fraction of Inspired Oxygen 1 Day After Acute Respiratory Distress Syndrome Onset Can Predict the Outcomes of Involving Patients. *Medicine*. 2016 Apr;95(14):e3333.
34. Sanchez E, Price DR, Chung KP, Oromendia C, Choi AMK, Schenck EJ, et al. Persistent severe acute respiratory distress syndrome for the prognostic enrichment of trials. *PLoS One*. 2020 Jan 27;15(1):e0227346.
35. Roncon-Albuquerque R, Ferreira-Coimbra ao, Vilares-Morgado R, Figueiredo P, Artur Paiva J. PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> Deterioration During Stable Extracorporeal Membrane Oxygenation Associates With Protracted Recovery and Increased Mortality in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *Ann Thorac Surg*. 2016 Jun 8;102:1878–85.
36. Brogan T v., Thiagarajan RR, Rycus PT, Bartlett RH, Bratton SL. Extracorporeal membrane oxygenation in adults with severe respiratory failure: A multi-center database. *Intensive Care Med*. 2009 Sep 22;35:2105–14.
37. Montero S, Slutsky AS, Schmidt M. The PRESET-Score: the extrapulmonary predictive survival model for extracorporeal membrane oxygenation in severe acute respiratory distress syndrome. *J Thorac Dis*. 2018 May 14;10(Suppl 17):S2040–4.
38. Laghlam D, Charpentier J, Ait Hamou Z, Nguyen LS, Pene F, Cariou A, et al. Effects of Prone Positioning on Respiratory Mechanics and Oxygenation in Critically Ill Patients With COVID-19 Requiring Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Front Med (Lausanne)*. 2022 Jan 17;8:810393.
39. Petit M, Fetita C, Gaudemer A, Treluyer L, Lebreton G, Franchineau G, et al. Prone-Positioning for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome Requiring Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Crit Care Med*. 2022 Feb 1;50(2):264–74.
40. Combes A, Bacchetta M, Brodie D, Müller T, Pellegrino V. Extracorporeal membrane oxygenation for respiratory failure in adults. *Curr Opin Crit Care*. 2012 Feb;18(1):99–104.

## ANNEXES

### Annexe 1 : Mortalité à J90 et DV sous ECMO<sub>vv</sub>

#### 1.a : Mortalité à J90 en fonction du nombre de DV

Nombre de DV	Survivants J90 (N = 55)	Décédés à J90 (N = 28)	<i>p</i>	Total (N = 83)
0	34 (60,7%)	16 (59,3%)	0,57	50 (60,2%)
1	7 (12,5%)	7 (25,9%)		14 (16,9%)
2	11 (19,6%)	2 (7,4%)		13 (15,7%)
3	2 (3,6%)	2 (7,4%)		4 (4,8%)
4	1 (1,8%)	0 (0%)		1 (1,2%)
5	1 (1,8%)	0 (0%)		1 (1,2%)

*Les données sont des effectifs (%)*  
*DV : Décubitus ventral*

#### 1.b : Mortalité à J90 et délai entre la pose d'ECMO<sub>vv</sub> et la mise en DV

Délai pose ECMO <sub>vv</sub> - DV	Survivants J90		Décédés à J90		<i>p</i>
	<i>N</i>		<i>N</i>		
Délai DV 1	21	2 [1 ; 5]	12	5 [2,5 ; 7]	0,19
Délai DV 2	14	5 [4 ; 10]	5	13 [5,5 ; 14]	0,08
Délai DV 3	4	10 [7 ; 14]	2	16,5 [14 ; 19]	0,16
Délai DV 4	2	11,5 [8 ; 15]	0		NA
Délai DV 5	1	20 [20 ; 20]	0		NA

*Les données sont des médianes [25<sup>e</sup> p ; 75<sup>e</sup> p].*  
*N : effectif. DV : Décubitus ventral*

***1.c : Mortalité à J90 et durée de la séance de DV***

<b>Durée du DV</b>	<b>Survivants J90</b>		<b>Décédés à J90</b>		<b><i>p</i></b>
	<i>N</i>		<i>N</i>		
<b>DV 1</b>	19	20 [16 ; 22]	12	16,5 [14 ; 23]	0,43
<b>DV 2</b>	14	18,5 [14 ; 20]	5	24 [20 ; 24]	0,15
<b>DV 3</b>	4	18,5 [14 ; 22]	2	19,5 [15 ; 24]	0,64
<b>DV 4</b>	2	17 [14 ; 20]	0		NA
<b>DV 5</b>	1	22 [22 ; 22]	0		NA

*Les données sont des médianes [25<sup>e</sup> p ; 75<sup>e</sup> p].  
N : effectif. DV : Décubitus ventral*

## Annexe 2 : Complications et retrait d'ECMO<sub>vv</sub>

### 2.a : Complications secondaire à l'ECMO<sub>vv</sub> ou au DV

	Groupe DD (N = 50)	Groupe DV (N = 33)	<i>p</i>	Total (N = 83)
Hémorragie	8 (16%)	18 (54,5%)	<0,001*	26 (31,3%)
Hémolyse	6 (12%)	10 (30,3%)	0,049*	16 (19,3%)
Choc hémorragique	1 (2%)	5 (15,2%)	0,034*	6 (7,2%)
Hématome du Scarpa	3 (6%)	2 (6,1%)	0,999	5 (6%)
Thrombose de canule	0 (0%)	2 (6,1%)	0,155	2 (2,4%)
Hémorragie intracrânienne	2 (4%)	0 (0%)	0,515	2 (2,4%)

*Les données sont des effectifs (%).*  
*DV : Décubitus ventral, DD : Décubitus dorsal*

### 2.b : Causes de retrait d'ECMO<sub>vv</sub> (en dehors de l'amélioration des paramètres respiratoires)

	Groupe DD (N = 11)	Groupe DV (N = 7)	<i>p</i>	Total (N = 18)
Décès	10 (90,9%)	6 (85,7%)		16 (88,9%)
Choc septique	0 (0%)	1 (14,3%)	0,87	1 (5,6%)
Choc hémorragique	1 (9,1%)	0 (0%)		1 (5,6%)

*Les données sont des effectifs (%).*  
*DV : Décubitus ventral, DD : Décubitus dorsal*

## Annexe 3 : Comparaison du pH et de ses déterminants

### 3.a : Comparaison du pH au cours des 12 premiers jours

	Groupe DD	Groupe DV	<i>p</i>	Total
<b>pH J0</b>	7,31 [7,24 ; 7,39]	7,38 [7,27 ; 7,46]	0,24	7,32 [7,26 ; 7,41]
<b>pH J1</b>	7,38 [7,32 ; 7,44]	7,38 [7,31 ; 7,46]	0,55	7,38 [7,31 ; 7,45]
<b>pH J2</b>	7,40 [7,34 ; 7,45]	7,42 [7,38 ; 7,45]	0,46	7,41 [7,35 ; 7,45]
<b>pH J3</b>	7,41 [7,36 ; 7,44]	7,43 [7,38 ; 7,45]	0,42	7,42 [7,36 ; 7,45]
<b>pH J4</b>	7,42 [7,38 ; 7,46]	7,40 [7,37 ; 7,45]	0,24	7,41 [7,38 ; 7,45]
<b>pH J5</b>	7,45 [7,41 ; 7,48]	7,42 [7,38 ; 7,45]	<b>0,03*</b>	7,43 [7,40 ; 7,46]
<b>pH J6</b>	7,45 [7,39 ; 7,47]	7,42 [7,38 ; 7,48]	0,97	7,45 [7,38 ; 7,48]
<b>pH J7</b>	7,42 [7,39 ; 7,48]	7,44 [7,40 ; 7,48]	0,58	7,43 [7,40 ; 7,48]
<b>pH J8</b>	7,44 [7,39 ; 7,49]	7,45 [7,41 ; 7,46]	0,88	7,45 [7,41 ; 7,48]
<b>pH J9</b>	7,41 [7,39 ; 7,46]	7,42 [7,40 ; 7,44]	0,79	7,42 [7,39 ; 7,46]
<b>pH J10<sup>n</sup></b>	7,43 [7,38 ; 7,50]	7,43 [7,40 ; 7,49]	0,67	7,43 [7,39 ; 7,50]
<b>pH J11<sup>n</sup></b>	7,39 [7,37 ; 7,49]	7,44 [7,42 ; 7,47]	0,25	7,44 [7,39 ; 7,47]
<b>pH J12<sup>n</sup></b>	7,37 [7,30 ; 7,42]	7,44 [7,40 ; 7,49]	<b>0,04*</b>	7,43 [7,38 ; 7,47]

*Les données sont des médianes [25<sup>e</sup> p ; 75<sup>e</sup> p]. J0 : avant pose d'ECMOvv*

*<sup>n</sup> : problème d'effectif. DV : Décubitus ventral, DD : Décubitus dorsal*

### 3.b : Comparaison de la $P_aCO_2$ au cours des 12 premiers jours

	Groupe DD	Groupe DV	<i>p</i>	Total
$P_aCO_2$ J0	51,6 [45,8 ; 58,3]	52,4 [40,5 ; 62,5]	0,80	52 [45,0 ; 60,3]
$P_aCO_2$ J1	42,7 [38,5 ; 47,4]	43,8 [37,5 ; 48,6]	0,63	43,6 [38,4 ; 48,1]
$P_aCO_2$ J2	42 [37,9 ; 46,5]	42 [38,4 ; 45,4]	0,85	42 [38,3 ; 46,2]
$P_aCO_2$ J3	42,3 [37,8 ; 48,1]	41,7 [37,9 ; 44,7]	0,62	42,2 [37,9 ; 45,6]
$P_aCO_2$ J4	43,8 [38,5 ; 47,6]	43 [40,3 ; 45,6]	0,63	43,4 [39,7 ; 46,3]
$P_aCO_2$ J5	40,8 [37,4 ; 44,8]	44 [40,3 ; 49,2]	<b>0,049*</b>	42,5 [38,6 ; 46,0]
$P_aCO_2$ J6	42,3 [36,6 ; 45,5]	42,4 [36,7 ; 45,6]	0,85	42,3 [36,6 ; 45,6]
$P_aCO_2$ J7	43 [37,2 ; 45,5]	42,2 [36,8 ; 45,5]	0,72	42,5 [36,9 ; 45,5]
$P_aCO_2$ J8	42 [36,9 ; 44,6]	41,3 [37,1 ; 43,4]	0,94	41,4 [37,0 ; 43,8]
$P_aCO_2$ J9	42 [33,7 ; 45,5]	41,2 [38,4 ; 44,3]	0,71	41,3 [37,8 ; 45,1]
$P_aCO_2$ J10 <sup>n</sup>	39,6 [35,0 ; 43,3]	39,5 [35,1 ; 46,5]	0,81	39,5 [35,0 ; 44,4]
$P_aCO_2$ J11 <sup>n</sup>	40,7 [36,1 ; 47,3]	40,7 [36,9 ; 43,8]	0,69	40,7 [37,0 ; 44,6]
$P_aCO_2$ J12 <sup>n</sup>	41,8 [40,8 ; 54,5]	39,6 [36,6 ; 43,2]	0,38	41 [37,2 ; 43,3]

Les données sont des médianes [25<sup>e</sup> p ; 75<sup>e</sup> p]. **J0** : avant pose d'ECMOvv

<sup>n</sup> : problème d'effectif. **DV** : Décubitus ventral, **DD** : Décubitus dorsal,  $P_aCO_2$  : Pression partielle artérielle en  $CO_2$

### 3.c : Comparaison du taux de $HCO_3^-$ au cours des 12 premiers jours

	Groupe DD	Groupe DV	<i>p</i>	Total
$HCO_3^-$ J0	24,7 [20,3 ; 29,8]	25,5 [21,0 ; 34,4]	0,44	24,7 [20,3 ; 31,4]
$HCO_3^-$ J1	24,5 [20,3 ; 27,8]	26,3 [20,6 ; 28,9]	0,53	25,1 [20,5 ; 28,0]
$HCO_3^-$ J2	26,2 [22,5 ; 29,3]	26,4 [23,0 ; 28,5]	0,64	26,3 [22,7 ; 29,0]
$HCO_3^-$ J3	27,3 [23,6 ; 29,6]	27 [23,0 ; 29,0]	0,71	27 [23,2 ; 29,2]
$HCO_3^-$ J4	28 [25,2 ; 30,3]	26 [23,5 ; 30,0]	0,30	27,3 [24,4 ; 30,2]
$HCO_3^-$ J5	27,9 [26,7 ; 29,9]	27,3 [25,2 ; 29,3]	0,47	27,6 [25,6 ; 29,6]
$HCO_3^-$ J6	27,8 [25,7 ; 30,2]	27,2 [25,4 ; 30,1]	0,67	27,4 [25,5 ; 30,2]
$HCO_3^-$ J7	27,2 [25,0 ; 30,3]	27,2 [24,9 ; 30,4]	0,92	27,2 [24,9 ; 30,4]
$HCO_3^-$ J8	26,7 [24,9 ; 29,5]	28 [24,8 ; 30,4]	0,42	28 [24,8 ; 30,2]
$HCO_3^-$ J9	26,5 [24,0 ; 28,0]	27,5 [24,9 ; 29,8]	0,30	27,2 [24,3 ; 29,3]
$HCO_3^-$ J10 <sup>n</sup>	26,2 [24,0 ; 28,0]	26,5 [24,7 ; 28,9]	0,71	26,4 [24,7 ; 28,9]
$HCO_3^-$ J11 <sup>n</sup>	26,6 [23,2 ; 27,9]	27 [24,8 ; 29,2]	0,28	26,8 [24,6 ; 29,0]
$HCO_3^-$ J12 <sup>n</sup>	24,9 [24,0 ; 27,5]	27 [24,0 ; 29,0]	0,19	26,6 [24,5 ; 28,9]

Les données sont des médianes [25<sup>e</sup> p ; 75<sup>e</sup> p]. **J0** : avant pose d'ECMOvv

<sup>n</sup> : problème d'effectif. **DV** : Décubitus ventral, **DD** : Décubitus dorsal,  $HCO_3^-$  : Concentration sanguine en Bicarbonates

## Annexe 4 : Critères cliniques généraux en fonction de la survie à J90

	Survie à J90	Décès à J90	<i>p</i>
<b>Âge (années)</b>	52 [35 ; 60]	58 [50 ; 62]	0,12
<b>Sexe (M)</b>	37 (67,3%)	21 (75%)	0,47
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	29,9 [24,5 ; 36,4]	27,7 [24,6 ; 31,4]	0,31
<b>IGS<sub>2</sub></b>	56 [44 ; 69]	68 [47 ; 73]	0,18
<b>SOFA</b>	8 [5 ; 9]	10 [8 ; 13]	<b>&lt;0,001*</b>
<b>Durée de ventilation mécanique (jours)</b>	23 [16 ; 32]	18 [9 ; 27]	<b>0,048*</b>
<b>Durée de réanimation (jours)</b>	33 [23 ; 42]	22 [10 ; 29]	<b>&lt;0,001*</b>
<b>Durée d'hospitalisation (jours)</b>	55 [35 ; 71]	24 [15 ; 31]	<b>&lt;0,001*</b>

*Les données sont des effectifs (%) ou des médianes [25<sup>e</sup> p ; 75<sup>e</sup> p].*  
**IMC** : indice de masse corporelle. **IGS<sub>2</sub>** : index de gravité simplifié 2. **SOFA** : Sepsis-related Organ Failure Assessment.

## Annexe 5 : Comparaison des paramètres respiratoires et gazométriques au cours des 12 premiers jours selon la survie à J90

### 5.a : Compliance ( $C_p$ )

$C_p$	Survie à J90	Décès à J90	$p$
<b>J0</b>	25 [21 ; 26]	20 [15 ; 27]	0,19
<b>J1</b>	21 [15 ; 27]	19 [9 ; 25]	0,28
<b>J2</b>	20 [15 ; 27]	18 [10 ; 29]	0,47
<b>J3</b>	20 [15 ; 26]	15 [8 ; 27]	0,38
<b>J4</b>	20 [15 ; 29]	14 [9 ; 29]	0,24
<b>J5</b>	20 [16 ; 28]	17 [8 ; 35]	0,39
<b>J6</b>	21 [14 ; 30]	15 [8 ; 29]	0,24
<b>J7</b>	22 [17 ; 26]	14 [9 ; 25]	0,11
<b>J8</b>	24 [16 ; 29]	14 [6 ; 29]	0,17
<b>J9</b>	23 [18 ; 33]	21 [9 ; 32]	0,34
<b>J10</b>	28 [20 ; 38]	24 [10 ; 34]	0,25
<b>J11</b>	27 [20 ; 34]	27 [14 ; 34]	0,82
<b>J12</b>	27 [16 ; 35]	24 [9 ; 39]	0,82

Les données sont des médianes [25<sup>e</sup> p ; 75<sup>e</sup> p]. **J0** : avant pose d'ECMO<sub>vv</sub>  
 $C_p$  : Compliance pulmonaire

### 5.b : pH

pH	Survie à J90	Décès à J90	$p$
<b>J0</b>	7,32 [7,29 ; 7,46]	7,29 [7,17 ; 7,37]	0,07
<b>J1</b>	7,40 [7,36 ; 7,45]	7,33 [7,24 ; 7,43]	< 0,01*
<b>J2</b>	7,42 [7,38 ; 7,46]	7,35 [7,27 ; 7,41]	< 0,01*
<b>J3</b>	7,43 [7,39 ; 7,46]	7,38 [7,31 ; 7,44]	0,03*
<b>J4</b>	7,42 [7,38 ; 7,46]	7,39 [7,35 ; 7,45]	0,15
<b>J5</b>	7,43 [7,40 ; 7,46]	7,41 [7,39 ; 7,46]	0,45
<b>J6</b>	7,44 [7,38 ; 7,47]	7,46 [7,38 ; 7,49]	0,28
<b>J7</b>	7,43 [7,40 ; 7,47]	7,44 [7,40 ; 7,50]	0,48
<b>J8</b>	7,44 [7,41 ; 7,46]	7,46 [7,39 ; 7,52]	0,23
<b>J9</b>	7,42 [7,39 ; 7,44]	7,43 [7,41 ; 7,50]	0,22
<b>J10</b>	7,44 [7,39 ; 7,50]	7,42 [7,38 ; 7,49]	0,66
<b>J11</b>	7,44 [7,39 ; 7,47]	7,44 [7,40 ; 7,46]	0,88
<b>J12</b>	7,43 [7,37 ; 7,46]	7,43 [7,39 ; 7,49]	0,54

Les données sont des médianes [25<sup>e</sup> p ; 75<sup>e</sup> p]. **J0** : avant pose d'ECMO<sub>vv</sub>



## Annexe 6 : Analyse en composantes principales (ACP)

### 6.a : Tableau de variance totalement expliquée

Composante	Sommes extraites du carré des changements			Sommes de rotation du carré des changements		
	Total	% de la variance	% cumulé	Total	% de la variance	% cumulé
1	4,48	37,3	37,3	4,4	36,9	36,9
2	3,04	25,4	67,7	2,3	21,5	58,4
3	1,76	14,7	77,4	2,3	18,9	77,4

Méthode d'extraction : analyse en composantes principales

### 6.b : Matrice de corrélation

		P <sub>a</sub> O <sub>2</sub> /F <sub>i</sub> O <sub>2</sub> J1	P <sub>a</sub> O <sub>2</sub> /F <sub>i</sub> O <sub>2</sub> J2	P <sub>a</sub> O <sub>2</sub> /F <sub>i</sub> O <sub>2</sub> J3	pH J1	pH J2	pH J3	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> J1	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> J2	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> J3	C <sub>p</sub> J1	C <sub>p</sub> J2	C <sub>p</sub> J3
Corrélation	P <sub>a</sub> O <sub>2</sub> /F <sub>i</sub> O <sub>2</sub> J1	1,000	,731	,457	-,120	-,082	,061	-,137	-,110	-,103	,281	,295	,268
	P <sub>a</sub> O <sub>2</sub> /F <sub>i</sub> O <sub>2</sub> J2	,731	1,000	,680	-,013	-,036	,138	-,086	-,049	-,019	,254	,222	,257
	P <sub>a</sub> O <sub>2</sub> /F <sub>i</sub> O <sub>2</sub> J3	,457	,680	1,000	-,027	-,020	,205	-,061	-,029	,006	,128	-,027	,028
	pH J1	-,120	-,013	-,027	1,000	,691	,560	,609	,688	,623	,010	,111	,133
	pH J2	-,082	-,036	-,020	,691	1,000	,728	,557	,759	,684	-,074	,067	,174
	pH J3	,061	,138	,205	,560	,728	1,000	,441	,642	,765	,206	,262	,401
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> J1	-,137	-,086	-,061	,609	,557	,441	1,000	,858	,669	-,154	,040	-,019
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> J2	-,110	-,049	-,029	,688	,759	,642	,858	1,000	,862	-,136	,049	,070
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> J3	-,103	-,019	,006	,623	,684	,765	,669	,862	1,000	-,022	,130	,171
	C <sub>p</sub> J1	,281	,254	,128	,010	-,074	,206	-,154	-,136	-,022	1,000	,666	,665
	C <sub>p</sub> J2	,295	,222	-,027	,111	,067	,262	,040	,049	,130	,666	1,000	,807
	C <sub>p</sub> J3	,268	,257	,028	,133	,174	,401	-,019	,070	,171	,665	,807	1,000
Signification (unilatéral)	P <sub>a</sub> O <sub>2</sub> /F <sub>i</sub> O <sub>2</sub> J1		,000	,000	,151	,240	,300	,119	,173	,187	,007	,005	,010
	P <sub>a</sub> O <sub>2</sub> /F <sub>i</sub> O <sub>2</sub> J2	,000		,000	,456	,378	,117	,230	,336	,437	,013	,027	,012
	P <sub>a</sub> O <sub>2</sub> /F <sub>i</sub> O <sub>2</sub> J3	,000	,000		,409	,431	,038	,299	,402	,479	,135	,407	,407
	pH J1	,151	,456	,409		,000	,000	,000	,000	,000	,466	,169	,127
	pH J2	,240	,378	,431	,000		,000	,000	,000	,000	,263	,282	,067
	pH J3	,300	,117	,038	,000	,000		,000	,000	,000	,037	,011	,000
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> J1	,119	,230	,299	,000	,000	,000		,000	,000	,092	,367	,436
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> J2	,173	,336	,402	,000	,000	,000	,000		,000	,121	,337	,274
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> J3	,187	,437	,479	,000	,000	,000	,000	,000		,426	,132	,070
	C <sub>p</sub> J1	,007	,013	,135	,466	,263	,037	,092	,121	,426		,000	,000
	C <sub>p</sub> J2	,005	,027	,407	,169	,282	,011	,367	,337	,132	,000		,000
	C <sub>p</sub> J3	,010	,012	,407	,127	,067	,000	,436	,274	,070	,000	,000	

Déterminant = 5,856<sup>-5</sup> (différent de 0).

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> : concentration en bicarbonates, C<sub>p</sub> : Compliance pulmonaire

### 6.c : Matrice des composantes

	Composante		
	1	2	3
$P_aO_2/F_iO_2$ J1		,712	
$P_aO_2/F_iO_2$ J2		,712	,597
$P_aO_2/F_iO_2$ J3			,721
pH J1	,804		
pH J2	,855		
pH J3	,829		
$HCO_3^-$ J1	,784		
$HCO_3^-$ J2	,923		
$HCO_3^-$ J3	,898		
$C_p$ J1		,750	
$C_p$ J2		,720	-,516
$C_p$ J3		,741	

Méthode d'extraction : analyse en composantes principales

$HCO_3^-$  : concentration en bicarbonates,  $C_p$  : Compliance pulmonaire

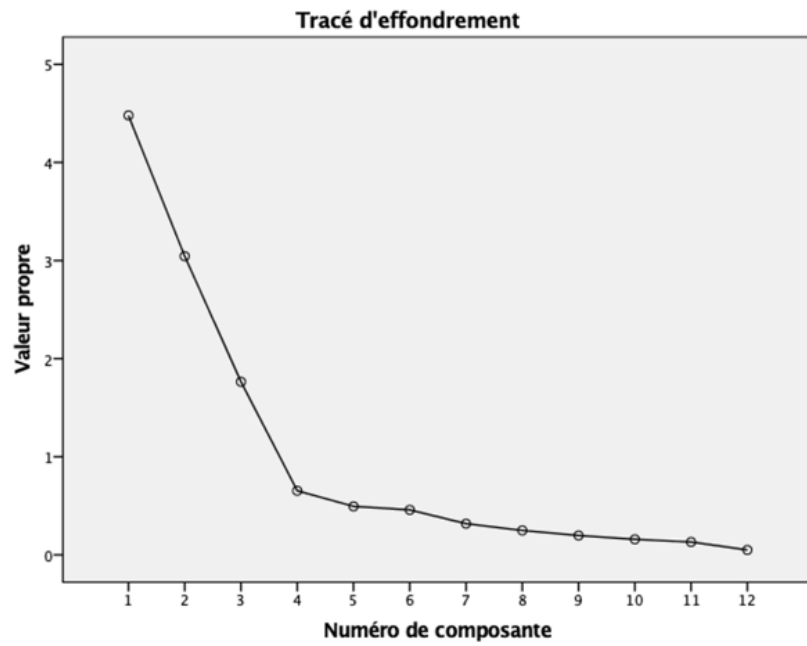
### 6.d : Qualités de représentations

	Extraction
$P_aO_2/F_iO_2$ J1	,704
$P_aO_2/F_iO_2$ J2	,863
$P_aO_2/F_iO_2$ J3	,749
pH J1	,654
pH J2	,742
pH J3	,743
$HCO_3^-$ J1	,682
$HCO_3^-$ J2	,900
$HCO_3^-$ J3	,813
$C_p$ J1	,741
$C_p$ J2	,837
$C_p$ J3	,859

Méthode d'extraction : analyse en composantes principales

$HCO_3^-$  : concentration en bicarbonates,  $C_p$  : Compliance pulmonaire

### 6.e : Tracé d'effondrement



### 6.f : Indice KMO et test de Bartlett

<b>Indice de Kaiser-Meyer-Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage.</b>		0,734
<b>Test de sphéricité de Bartlett</b>	<b>Khi-deux approx.</b>	683,811
	<b>ddl</b>	66
	<b>Signification</b>	0,000

## Annexe 7 : Cinétique des DV sur la période d'observation des 33 patients

N° Patient	Nb DV	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	J16	J17	J18	J19	J20	
1	2		DV1				DV2															
4	2		DV1			DV2																
6	1		DV1																			
7	1		DV1																			
9	4		DV1				DV2	DV3	DV4													
12	1	DV1																				
13	2								DV1		DV2											
14	2	DV1	DV2																			
15	1			DV1																		
18	2	DV1		DV2																		
19	1							DV1														
24	3					DV1													DV2	DV3		
25	2								DV1		DV2											
26	5								DV1			DV2	DV3		DV4						DV5	
29	2		DV1			DV2																
31	1		DV1																			
32	3	DV1			DV2			DV3														
33	3	DV1			DV2													DV3				
34	2	DV1			DV2																	
36	1								DV1													
39	2			DV1									DV2									
40	1	DV1																				
41	1								DV1													
43	2	DV1		DV2																		
47	2	DV1				DV2																
51	1						DV1															
62	2												DV1	DV2								
65	1				DV1																	
68	1				DV1																	
70	2				DV1	DV2																
71	1				DV1																	
73	1							DV1														
83	3												DV1	DV2	DV3							

DV : Décubitus ventral

## SERMENT D'HIPPOCRATE

*« Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.*

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

*Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.*

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

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

*Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.*

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

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

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

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

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

---

## Le décubitus ventral joue-t-il un rôle dans le pronostic des patients en SDRA sous ECMO veino-veineuse ?

---

**Introduction :** Le Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë (SDRA) est une pathologie grave avec une mortalité élevée. Parmi les thérapeutiques ventilatoires disponibles, la réalisation de séances de décubitus ventral (DV) améliore le pronostic des patients. Chez les patients les plus graves, une assistance circulatoire par ECMO veino-veineuse (ECMO<sub>vv</sub>) est parfois mise en place. La place du DV chez ces patients est discordante et son effet sur l'évolution globale des paramètres respiratoires est inconnu. Notre objectif principal était d'évaluer l'influence du DV sur le devenir à 3 mois des patients présentant un SDRA sous ECMO<sub>vv</sub>. Nous avons également étudié la modification des paramètres ventilatoires (rapport P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>/F<sub>i</sub>O<sub>2</sub>, compliance) selon la mise en DV ou non, et évalué la sécurité et la faisabilité du positionnement en décubitus ventral. **Matériel et Méthodes :** Étude rétrospective, monocentrique, portant sur les patients admis en réanimation entre 2014 et 2020 pour SDRA nécessitant une ECMO<sub>vv</sub>, avec une mise en DV ou non. **Résultats :** 83 patients ont été inclus dans l'étude, dont 50 restés sur le dos, et 33 mis en DV au moins une fois. Les patients mis en DV avaient un rapport P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>/F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> et une P<sub>a</sub>O<sub>2</sub> plus bas avant réalisation du DV que les patients en DD (p < 0,01), sans différence significative après la séance de DV. L'évolution des paramètres respiratoires et gazométriques ainsi que la mortalité à J90 étaient similaires dans les deux groupes. La mise en DV ne provoquait pas de complications entraînant l'arrêt du DV ou le retrait prématuré de l'ECMO. Les survivants à 3 mois étaient les patients présentant une amélioration des paramètres gazométriques (équilibre acide/base et rapport P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>/F<sub>i</sub>O<sub>2</sub>) les premiers jours suivants la pose de l'ECMO. Le DV permet d'améliorer ces paramètres initialement plus altérés chez ces patients mis en DV, et rétablit un schéma d'évolution semblable à celui des patients restés en décubitus dorsal. **Conclusion :** Le DV semble améliorer le pronostic des patients les plus graves par son effet sur les paramètres gazométriques et respiratoires. L'évolution de ces derniers au cours des premiers jours semblent déterminant dans le pronostic ultérieur.

**MOTS-CLÉS :** Oxygénation par membrane extra-corporelle, ECMO, Syndrome de détresse respiratoire aiguë, SDRA, Décubitus ventral.

---

## What part does prone position play in the prognosis of ARDS patients with Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation ?

**Introduction:** Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) is associated with a high mortality. Prone position (PP) is one of the available therapies and improves the patient's prognosis. In the most severe patients, venovenous extracorporeal membrane oxygenation (vvECMO) is sometimes implemented. There is discrepancy regarding the role of PP and its effects on the overall evolution of respiratory parameters. Our main objective was to evaluate the influence of PP on the 3-month outcome of ARDS patients under vvECMO. We also studied the change in ventilatory parameters (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio, compliance) according to the use of PP or not, and evaluated the safety and feasibility of prone positioning. **Material and Method:** Retrospective, monocentric study of patients admitted to the ICU between 2014 and 2020 for ARDS requiring vvECMO, requiring or not prone positioning. **Results:** 83 patients were included in the study, 50 of whom remained on their backs, and 33 of whom were placed on PP at least once. Prone group had a lower P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>/F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> ratio and a lower P<sub>a</sub>O<sub>2</sub> before prone positioning was performed than the supine group (p < 0,01), without significant difference after the prone session. The evolution of respiratory and gasometric parameters as well as mortality at D90 were similar in both groups. PP was not associated with complications leading to discontinuation of PP or premature withdrawal of ECMO. Survivors at 3 months were patients with improved gasometric parameters (acid/base balance and P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>/F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> ratio) in the first days after ECMO implantation. The prone position allows to improve these parameters initially more altered in these patients receiving prone position and restores a pattern of evolution similar to that of the patients remaining in supine position. **Conclusion:** PP seems to improve the prognosis of the most severe patients by its effect on gasometric and respiratory parameters. The evolution of the latter during the first days seems to be a determining factor in the subsequent prognosis.

**KEY WORDS:** Extracorporeal membrane oxygenation, ECMO, Acute respiratory distress syndrome, ARDS, prone position.

---

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Médecine spécialisée clinique

---

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier  
Faculté de médecine Toulouse-Purpan,  
37 Allées Jules Guesde 31000 Toulouse

---

Directrice de thèse : Dr Stéphanie RUIZ

---

## Le décubitus ventral joue-t-il un rôle dans le pronostic des patients en SDRa sous ECMO veino-veineuse ?

---

**Introduction :** Le Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë (SDRA) est une pathologie grave avec une mortalité élevée. Parmi les thérapeutiques ventilatoires disponibles, la réalisation de séances de décubitus ventral (DV) améliore le pronostic des patients. Chez les patients les plus graves, une assistance circulatoire par ECMO veino-veineuse (ECMO<sub>vv</sub>) est parfois mise en place. La place du DV chez ces patients est discordante et son effet sur l'évolution globale des paramètres respiratoires est inconnu. Notre objectif principal était d'évaluer l'influence du DV sur le devenir à 3 mois des patients présentant un SDRa sous ECMO<sub>vv</sub>. Nous avons également étudié la modification des paramètres ventilatoires (rapport P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>/F<sub>i</sub>O<sub>2</sub>, compliance) selon la mise en DV ou non, et évalué la sécurité et la faisabilité du positionnement en décubitus ventral. **Matériel et Méthodes :** Étude rétrospective, monocentrique, portant sur les patients admis en réanimation entre 2014 et 2020 pour SDRa nécessitant une ECMO<sub>vv</sub>, avec une mise en DV ou non. **Résultats :** 83 patients ont été inclus dans l'étude, dont 50 restés sur le dos, et 33 mis en DV au moins une fois. Les patients mis en DV avaient un rapport P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>/F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> et une P<sub>a</sub>O<sub>2</sub> plus bas avant réalisation du DV que les patients en DD (p < 0,01), sans différence significative après la séance de DV. L'évolution des paramètres respiratoires et gazométriques ainsi que la mortalité à J90 étaient similaires dans les deux groupes. La mise en DV ne provoquait pas de complications entraînant l'arrêt du DV ou le retrait prématuré de l'ECMO. Les survivants à 3 mois étaient les patients présentant une amélioration des paramètres gazométriques (équilibre acide/base et rapport P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>/F<sub>i</sub>O<sub>2</sub>) les premiers jours suivants la pose de l'ECMO. Le DV permet d'améliorer ces paramètres initialement plus altérés chez ces patients mis en DV, et rétablit un schéma d'évolution semblable à celui des patients restés en décubitus dorsal. **Conclusion :** Le DV semble améliorer le pronostic des patients les plus graves par son effet sur les paramètres gazométriques et respiratoires. L'évolution de ces derniers au cours des premiers jours semblent déterminant dans le pronostic ultérieur.

**MOTS-CLÉS :** Oxygénation par membrane extra-corporelle, ECMO, Syndrome de détresse respiratoire aiguë, SDRa, Décubitus ventral.

---

## What part does prone position play in the prognosis of ARDS patients with Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation ?

**Introduction:** Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) is associated with a high mortality. Prone position (PP) is one of the available therapies and improves the patient's prognosis. In the most severe patients, venovenous extracorporeal membrane oxygenation (vvECMO) is sometimes implemented. There is discrepancy regarding the role of PP and its effects on the overall evolution of respiratory parameters. Our main objective was to evaluate the influence of PP on the 3-month outcome of ARDS patients under vvECMO. We also studied the change in ventilatory parameters (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio, compliance) according to the use of PP or not, and evaluated the safety and feasibility of prone positioning. **Material and Method:** Retrospective, monocentric study of patients admitted to the ICU between 2014 and 2020 for ARDS requiring vvECMO, requiring or not prone positioning. **Results:** 83 patients were included in the study, 50 of whom remained on their backs, and 33 of whom were placed on PP at least once. Prone group had a lower P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>/F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> ratio and a lower P<sub>a</sub>O<sub>2</sub> before prone positioning was performed than the supine group (p < 0,01), without significant difference after the prone session. The evolution of respiratory and gasometric parameters as well as mortality at D90 were similar in both groups. PP was not associated with complications leading to discontinuation of PP or premature withdrawal of ECMO. Survivors at 3 months were patients with improved gasometric parameters (acid/base balance and P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>/F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> ratio) in the first days after ECMO implantation. The prone position allows to improve these parameters initially more altered in these patients receiving prone position and restores a pattern of evolution similar to that of the patients remaining in supine position. **Conclusion:** PP seems to improve the prognosis of the most severe patients by its effect on gasometric and respiratory parameters. The evolution of the latter during the first days seems to be a determining factor in the subsequent prognosis.

**KEY WORDS:** Extracorporeal membrane oxygenation, ECMO, Acute respiratory distress syndrome, ARDS, prone position.

---

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Médecine spécialisée clinique

---

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier  
Faculté de médecine Toulouse-Purpan,  
37 Allées Jules Guesde 31000 Toulouse

---

Directrice de thèse : Dr Stéphanie RUIZ