

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

---

ANNÉE 2018

2018 TOU3 1516

**THÈSE**

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

Présentée et soutenue publiquement

Par

**Thibaut RAIMONDI**

Le 30 mars 2018

**Comparaison des asynchronies patient-ventilateur au cours de la  
ventilation non invasive prophylactique en réanimation :  
VSAI-PEP versus NAVA**

Directeur de thèse : Dr Laure CROGNIER

**JURY**

|                        |                  |           |
|------------------------|------------------|-----------|
| Monsieur le Professeur | Olivier FOURCADE | Président |
| Monsieur le Professeur | Thomas GEERAERTS | Assesseur |
| Monsieur le Professeur | Vincent MINVILLE | Assesseur |
| Monsieur le Docteur    | Bernard GEORGES  | Assesseur |
| Madame le Docteur      | Laure CROGNIER   | Suppléant |

**TABLEAU du PERSONNEL HU**  
**des Facultés de Médecine de l'Université Paul Sabatier**  
**au 1<sup>er</sup> septembre 2017**

**Professeurs Honoraires**

|                              |                             |                      |                             |
|------------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Doyen Honoraire              | M. ROUGE Daniel             | Professeur Honoraire | M. VIRENQUE Christian       |
| Doyen Honoraire              | M. LAZORTHES Yves           | Professeur Honoraire | M. CARLES Pierre            |
| Doyen Honoraire              | M. CHAP Hugues              | Professeur Honoraire | M. BONAFÉ Jean-Louis        |
| Doyen Honoraire              | M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard | Professeur Honoraire | M. VAYSSE Philippe          |
| Doyen Honoraire              | M. PUEL Pierre              | Professeur Honoraire | M. ESQUERRE J.P.            |
| Professeur Honoraire         | M. ESCHAPASSE Henri         | Professeur Honoraire | M. GUITARD Jacques          |
| Professeur Honoraire         | M. GEDEON André             | Professeur Honoraire | M. LAZORTHES Franck         |
| Professeur Honoraire         | M. PASQUIE M.               | Professeur Honoraire | M. ROQUE-LATRILLE Christian |
| Professeur Honoraire         | M. RIBAUT Louis             | Professeur Honoraire | M. CERENE Alain             |
| Professeur Honoraire         | M. ARLET Jacques            | Professeur Honoraire | M. FOURNIAL Gérard          |
| Professeur Honoraire         | M. RIBET André              | Professeur Honoraire | M. HOFF Jean                |
| Professeur Honoraire         | M. MONROZIES M.             | Professeur Honoraire | M. REME Jean-Michel         |
| Professeur Honoraire         | M. DALOUS Antoine           | Professeur Honoraire | M. FAUVEL Jean-Marie        |
| Professeur Honoraire         | M. DUPRE M.                 | Professeur Honoraire | M. FREXINOS Jacques         |
| Professeur Honoraire         | M. FABRE Jean               | Professeur Honoraire | M. CARRIERE Jean-Paul       |
| Professeur Honoraire         | M. DUCOS Jean               | Professeur Honoraire | M. MANSAT Michel            |
| Professeur Honoraire         | M. LACOMME Yves             | Professeur Honoraire | M. BARRET André             |
| Professeur Honoraire         | M. COTONAT Jean             | Professeur Honoraire | M. ROLLAND                  |
| Professeur Honoraire         | M. DAVID Jean-Frédéric      | Professeur Honoraire | M. THOUVENOT Jean-Paul      |
| Professeur Honoraire         | Mme DIDIER Jacqueline       | Professeur Honoraire | M. CAHUZAC Jean-Philippe    |
| Professeur Honoraire         | Mme LARENG Marie-Blanche    | Professeur Honoraire | M. DELSOL Georges           |
| Professeur Honoraire         | M. BERNADET                 | Professeur Honoraire | M. ABBAL Michel             |
| Professeur Honoraire         | M. REGNIER Claude           | Professeur Honoraire | M. DURAND Dominique         |
| Professeur Honoraire         | M. COMBELLES                | Professeur Honoraire | M. DALY-SCHVEITZER Nicolas  |
| Professeur Honoraire         | M. REGIS Henri              | Professeur Honoraire | M. RAILHAC                  |
| Professeur Honoraire         | M. ARBUS Louis              | Professeur Honoraire | M. POURRAT Jacques          |
| Professeur Honoraire         | M. PUJOL Michel             | Professeur Honoraire | M. QUERLEU Denis            |
| Professeur Honoraire         | M. ROCHICCIOLI Pierre       | Professeur Honoraire | M. ARNE Jean-Louis          |
| Professeur Honoraire         | M. RUMEAU Jean-Louis        | Professeur Honoraire | M. ESCOURROU Jean           |
| Professeur Honoraire         | M. BESOMBES Jean-Paul       | Professeur Honoraire | M. FORTANIER Gilles         |
| Professeur Honoraire         | M. SUC Jean-Michel          | Professeur Honoraire | M. LAGARRIGUE Jacques       |
| Professeur Honoraire         | M. VALDIGUIE Pierre         | Professeur Honoraire | M. PESSEY Jean-Jacques      |
| Professeur Honoraire         | M. BOUNHOURE Jean-Paul      | Professeur Honoraire | M. CHAVOIN Jean-Pierre      |
| Professeur Honoraire         | M. CARTON Michel            | Professeur Honoraire | M. GERAUD Gilles            |
| Professeur Honoraire         | Mme PUEL Jacqueline         | Professeur Honoraire | M. PLANTE Pierre            |
| Professeur Honoraire         | M. GOUZI Jean-Louis         | Professeur Honoraire | M. MAGNAVAL Jean-François   |
| Professeur Honoraire associé | M. DUTAU Guy                | Professeur Honoraire | M. MONROZIES Xavier         |
| Professeur Honoraire         | M. PASCAL J.P.              | Professeur Honoraire | M. MOSCOVICI Jacques        |
| Professeur Honoraire         | M. SALVADOR Michel          | Professeur Honoraire | Mme GENESTAL Michèle        |
| Professeur Honoraire         | M. BAYARD Francis           | Professeur Honoraire | M. CHAMONTIN Bernard        |
| Professeur Honoraire         | M. LEOPHONTE Paul           | Professeur Honoraire | M. SALVAYRE Robert          |
| Professeur Honoraire         | M. FABIÉ Michel             | Professeur Honoraire | M. FRAYSSE Bernard          |
| Professeur Honoraire         | M. BARTHE Philippe          | Professeur Honoraire | M. BUGAT Roland             |
| Professeur Honoraire         | M. CABARROT Etienne         | Professeur Honoraire | M. PRADERE Bernard          |
| Professeur Honoraire         | M. DUFFAUT Michel           | Professeur Honoraire | M. CHAP Hugues              |
| Professeur Honoraire         | M. ESCANDE Michel           | Professeur Honoraire | M. LAURENT Guy              |
| Professeur Honoraire         | M. PRIS Jacques             | Professeur Honoraire | M. ARLET Philippe           |
| Professeur Honoraire         | M. CATHALA Bernard          | Professeur Honoraire | Mme MARTY Nicole            |
| Professeur Honoraire         | M. BAZEX Jacques            | Professeur Honoraire | M. MASSIP Patrice           |
|                              |                             | Professeur Honoraire | M. CLANET Michel            |

**Professeurs Émérites**

|                                     |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Professeur ALBAREDE Jean-Louis      | Professeur MAZIERES Bernard          |
| Professeur CONTÉ Jean               | Professeur ARLET-SUAU Elisabeth      |
| Professeur MURAT                    | Professeur SIMON Jacques             |
| Professeur MANELFE Claude           | Professeur FRAYSSE Bernard           |
| Professeur LOUVET P.                | Professeur ARBUS Louis               |
| Professeur SARRAMON Jean-Pierre     | Professeur CHAMONTIN Bernard         |
| Professeur CARATERO Claude          | Professeur SALVAYRE Robert           |
| Professeur GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard | Professeur MAGNAVAL Jean-François    |
| Professeur COSTAGLIOLA Michel       | Professeur ROQUES-LATRILLE Christian |
| Professeur ADER Jean-Louis          | Professeur MOSCOVICI Jacques         |
| Professeur LAZORTHES Yves           | Professeur LAGARRIGUE Jacques        |
| Professeur LARENG Louis             | Professeur CHAP Hugues               |
| Professeur JOFFRE Francis           | Professeur LAURENT Guy               |
| Professeur BONEU Bernard            | Professeur MASSIP Patrice            |
| Professeur DABERNAT Henri           |                                      |
| Professeur BOCCALON Henri           |                                      |

| FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-PURPAN                 |                                          |                               |                                           |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|
| 37 allées Jules Guesde - 31062 TOULOUSE Cedex       |                                          | Doyen : D. CARRIE             |                                           |
| P.U. - P.H.<br>Classe Exceptionnelle et 1ère classe |                                          | P.U. - P.H.<br>2ème classe    |                                           |
| M. ADOUE Daniel (C.E)                               | Médecine Interne, Gériatrie              | Mme BONGARD Vanina            | Epidémiologie                             |
| M. AMAR Jacques                                     | Thérapeutique                            | M. BONNEVIALLE Nicolas        | Chirurgie orthopédique et traumatologique |
| M. ATTAL Michel (C.E)                               | Hématologie                              | M. BUREAU Christophe          | Hépto-Gastro-Entéro                       |
| M. AVET-LOISEAU Hervé                               | Hématologie, transfusion                 | M. CALVAS Patrick             | Génétique                                 |
| Mme BEYNE-RAUZY Odile                               | Médecine Interne                         | M. CARRERE Nicolas            | Chirurgie Générale                        |
| M. BIRMES Philippe                                  | Psychiatrie                              | Mme CASPER Charlotte          | Pédiatrie                                 |
| M. BLANCHER Antoine                                 | Immunologie (option Biologique)          | M. CHAIX Yves                 | Pédiatrie                                 |
| M. BONNEVIALLE Paul                                 | Chirurgie Orthopédique et Traumatologie. | Mme CHARPENTIER Sandrine      | Thérapeutique, méd. d'urgence, addict     |
| M. BOSSAVY Jean-Pierre                              | Chirurgie Vasculaire                     | M. COGNARD Christophe         | Neuroradiologie                           |
| M. BRASSAT David                                    | Neurologie                               | M. FOURNIE Bernard            | Rhumatologie                              |
| M. BROUCHET Laurent                                 | Chirurgie thoracique et cardio-vascul    | M. FOURNIÉ Pierre             | Ophtalmologie                             |
| M. BROUSSET Pierre (C.E)                            | Anatomie pathologique                    | M. GAME Xavier                | Urologie                                  |
| M. CARRIE Didier (C.E)                              | Cardiologie                              | M. LAROCHE Michel             | Rhumatologie                              |
| M. CHAUVEAU Dominique                               | Néphrologie                              | M. LEOBON Bertrand            | Chirurgie Thoracique et Cardiaque         |
| M. CHOLLET François (C.E)                           | Neurologie                               | M. LOPEZ Raphael              | Anatomie                                  |
| M. DAHAN Marcel (C.E)                               | Chirurgie Thoracique et Cardiaque        | M. MARX Mathieu               | Oto-rhino-laryngologie                    |
| M. DE BOISSEZON Xavier                              | Médecine Physique et Réadapt Fonct.      | M. MAS Emmanuel               | Pédiatrie                                 |
| M. DEGUINE Olivier                                  | Oto-rhino-laryngologie                   | M. OLIVOT Jean-Marc           | Neurologie                                |
| M. DUCOMMUN Bernard                                 | Cancérologie                             | M. PARANT Olivier             | Gynécologie Obstétrique                   |
| M. FERRIERES Jean                                   | Epidémiologie, Santé Publique            | M. PAYRASTRE Bernard          | Hématologie                               |
| M. FOURCADE Olivier                                 | Anesthésiologie                          | M. PERON Jean-Marie           | Hépto-Gastro-Entérologie                  |
| M. GEERAERTS Thomas                                 | Anesthésiologie et réanimation           | M. PORTIER Guillaume          | Chirurgie Digestive                       |
| M. IZOPET Jacques (C.E)                             | Bactériologie-Virologie                  | M. RONCALLI Jérôme            | Cardiologie                               |
| Mme LAMANT Laurence                                 | Anatomie Pathologique                    | Mme SAVAGNER Frédérique       | Biochimie et biologie moléculaire         |
| M. LANG Thierry (C.E)                               | Biostatistiques et Informatique Médicale | M. SOL Jean-Christophe        | Neurochirurgie                            |
| M. LANGIN Dominique                                 | Nutrition                                |                               |                                           |
| M. LAUQUE Dominique (C.E)                           | Médecine Interne                         |                               |                                           |
| M. LAUWERS Frédéric                                 | Anatomie                                 |                               |                                           |
| M. LIBLAU Roland (C.E)                              | Immunologie                              |                               |                                           |
| M. MALAUDA Bernard                                  | Urologie                                 |                               |                                           |
| M. MANSAT Pierre                                    | Chirurgie Orthopédique                   |                               |                                           |
| M. MARCHOU Bruno (C.E)                              | Maladies Infectieuses                    |                               |                                           |
| M. MAZIERES Julien                                  | Pneumologie                              |                               |                                           |
| M. MOLINIER Laurent                                 | Epidémiologie, Santé Publique            |                               |                                           |
| M. MONTASTRUC Jean-Louis (C.E)                      | Pharmacologie                            |                               |                                           |
| Mme MOYAL Elisabeth                                 | Cancérologie                             |                               |                                           |
| Mme NOURHASHEMI Fatemeh (C.E)                       | Gériatrie                                |                               |                                           |
| M. OLIVES Jean-Pierre (C.E)                         | Pédiatrie                                |                               |                                           |
| M. OSWALD Eric                                      | Bactériologie-Virologie                  |                               |                                           |
| M. PARIENTE Jérémie                                 | Neurologie                               |                               |                                           |
| M. PARINAUD Jean (C.E)                              | Biol. Du Dévelop. et de la Reprod.       |                               |                                           |
| M. PAUL Carle                                       | Dermatologie                             |                               |                                           |
| M. PAYOUX Pierre                                    | Biophysique                              |                               |                                           |
| M. PERRET Bertrand (C.E)                            | Biochimie                                |                               |                                           |
| M. RASCOL Olivier (C.E)                             | Pharmacologie                            |                               |                                           |
| M. RECHER Christian                                 | Hématologie                              |                               |                                           |
| M. RISCHMANN Pascal                                 | Urologie                                 |                               |                                           |
| M. RIVIERE Daniel (C.E)                             | Physiologie                              |                               |                                           |
| M. SALES DE GAUZY Jérôme                            | Chirurgie Infantile                      |                               |                                           |
| M. SALLES Jean-Pierre                               | Pédiatrie                                |                               |                                           |
| M. SANS Nicolas                                     | Radiologie                               |                               |                                           |
| Mme SELVES Janick                                   | Anatomie et cytologie pathologiques      |                               |                                           |
| M. SERRE Guy (C.E)                                  | Biologie Cellulaire                      |                               |                                           |
| M. TELMON Norbert                                   | Médecine Légale                          |                               |                                           |
| M. VINEL Jean-Pierre (C.E)                          | Hépto-Gastro-Entérologie                 |                               |                                           |
| <b>P.U. Médecine générale</b>                       |                                          | <b>P.U. Médecine générale</b> |                                           |
| M. OUSTRIC Stéphane                                 | Médecine Générale                        | M. MESTHÉ Pierre              | Médecine Générale                         |
|                                                     |                                          | <b>P.A Médecine générale</b>  |                                           |
|                                                     |                                          | POUTRAIN Jean-Christophe      | Médecine Générale                         |

# FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-RANGUEIL

133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE Cedex

Doyen : E. SERRANO

## P.U. - P.H.

Classe Exceptionnelle et 1ère classe

|                                    |                                               |
|------------------------------------|-----------------------------------------------|
| M. ACAR Philippe                   | Pédiatrie                                     |
| M. ALRIC Laurent                   | Médecine Interne                              |
| Mme ANDRIEU Sandrine               | Epidémiologie                                 |
| M. ARNAL Jean-François             | Physiologie                                   |
| Mme BERRY Isabelle (C.E)           | Biophysique                                   |
| M. BOUTAULT Franck (C.E)           | Chirurgie Maxillo-Faciale et Stomatologie     |
| M. BUJAN Louis (C. E)              | Urologie-Andrologie                           |
| Mme BURA-RIVIERE Alessandra        | Médecine Vasculaire                           |
| M. BUSCAIL Louis (C.E)             | Hépto-Gastro-Entérologie                      |
| M. CANTAGREL Alain (C.E)           | Rhumatologie                                  |
| M. CARON Philippe (C.E)            | Endocrinologie                                |
| M. CHIRON Philippe (C.E)           | Chirurgie Orthopédique et Traumatologie       |
| M. CONSTANTIN Arnaud               | Rhumatologie                                  |
| M. COURBON Frédéric                | Biophysique                                   |
| Mme COURTADE SAIDI Monique         | Histologie Embryologie                        |
| M. DAMBRIN Camille                 | Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire      |
| M. DELABESSE Eric                  | Hématologie                                   |
| Mme DELISLE Marie-Bernadette (C.E) | Anatomie Pathologique                         |
| M. DELORD Jean-Pierre              | Cancérologie                                  |
| M. DIDIER Alain (C.E)              | Pneumologie                                   |
| Mme DULY-BOUHANICK Béatrice        | Thérapeutique                                 |
| M. ELBAZ Meyer                     | Cardiologie                                   |
| M. GALINIER Michel                 | Cardiologie                                   |
| M. GALINIER Philippe               | Chirurgie Infantile                           |
| M. GLOCK Yves (C.E)                | Chirurgie Cardio-Vasculaire                   |
| M. GOURDY Pierre                   | Endocrinologie                                |
| M. GRAND Alain (C.E)               | Epidémiologie. Eco. de la Santé et Prévention |
| M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis       | Chirurgie plastique                           |
| Mme GUIMBAUD Rosine                | Cancérologie                                  |
| Mme HANAIRE Hélène (C.E)           | Endocrinologie                                |
| M. KAMAR Nassim                    | Néphrologie                                   |
| M. LARRUE Vincent                  | Neurologie                                    |
| M. LEVADE Thierry (C.E)            | Biochimie                                     |
| M. MALECAZE François (C.E)         | Ophtalmologie                                 |
| M. MARQUE Philippe                 | Médecine Physique et Réadaptation             |
| Mme MAZEREEUW Juliette             | Dermatologie                                  |
| M. MINVILLE Vincent                | Anesthésiologie Réanimation                   |
| M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)     | Psychiatrie Infantile                         |
| M. RITZ Patrick                    | Nutrition                                     |
| M. ROCHE Henri (C.E)               | Cancérologie                                  |
| M. ROLLAND Yves (C.E)              | Gériatrie                                     |
| M. ROUGE Daniel (C.E)              | Médecine Légale                               |
| M. ROUSSEAU Hervé (C.E)            | Radiologie                                    |
| M. ROUX Franck-Emmanuel            | Neurochirurgie                                |
| M. SAILLER Laurent                 | Médecine Interne                              |
| M. SCHMITT Laurent (C.E)           | Psychiatrie                                   |
| M. SENARD Jean-Michel (C.E)        | Pharmacologie                                 |
| M. SERRANO Elie (C.E)              | Oto-rhino-laryngologie                        |
| M. SOULAT Jean-Marc                | Médecine du Travail                           |
| M. SOULIE Michel (C.E)             | Urologie                                      |
| M. SUC Bertrand                    | Chirurgie Digestive                           |
| Mme TAUBER Marie-Thérèse (C.E)     | Pédiatrie                                     |
| Mme URO-COSTE Emmanuelle           | Anatomie Pathologique                         |
| M. VAYSSIERE Christophe            | Gynécologie Obstétrique                       |
| M. VELLAS Bruno (C.E)              | Gériatrie                                     |

## P.U. - P.H.

2ème classe

|                                |                                          |
|--------------------------------|------------------------------------------|
| M. ACCADBLED Franck            | Chirurgie Infantile                      |
| M. ARBUS Christophe            | Psychiatrie                              |
| M. BERRY Antoine               | Parasitologie                            |
| M. BONNEVILLE Fabrice          | Radiologie                               |
| M. BOUNES Vincent              | Médecine d'urgence                       |
| Mme BOURNET Barbara            | Gastro-entérologie                       |
| M. CHAUFOUR Xavier             | Chirurgie Vasculaire                     |
| M. CHAYNES Patrick             | Anatomie                                 |
| Mme DALENC Florence            | Cancérologie                             |
| M. DECRAMER Stéphane           | Pédiatrie                                |
| M. DELOBEL Pierre              | Maladies Infectieuses                    |
| M. FRANCHITTO Nicolas          | Addictologie                             |
| M. GARRIDO-STÔWHAS Ignacio     | Chirurgie Plastique                      |
| Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel | Anatomie Pathologique                    |
| M. HUYGHE Eric                 | Urologie                                 |
| Mme LAPRIE Anne                | Radiothérapie                            |
| M. MARCHEIX Bertrand           | Chirurgie thoracique et cardiovasculaire |
| M. MAURY Jean-Philippe         | Cardiologie                              |
| M. MEYER Nicolas               | Dermatologie                             |
| M. MUSCARI Fabrice             | Chirurgie Digestive                      |
| M. OTAL Philippe               | Radiologie                               |
| M. SOLER Vincent               | Ophtalmologie                            |
| Mme SOTO-MARTIN Maria-Eugénia  | Gériatrie et biologie du vieillissement  |
| M. TACK Ivan                   | Physiologie                              |
| M. VERGEZ Sébastien            | Oto-rhino-laryngologie                   |
| M. YSEBAERT Loic               | Hématologie                              |

## P.U. Médecine générale

|                           |                   |
|---------------------------|-------------------|
| Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eve | Médecine Générale |
|---------------------------|-------------------|

**M.C.U. - P.H.**

|                             |                                         |
|-----------------------------|-----------------------------------------|
| M. ABBO Olivier             | Chirurgie infantile                     |
| M. APOIL Pol Andre          | Immunologie                             |
| Mme ARNAUD Catherine        | Epidémiologie                           |
| M. BIETH Eric               | Génétique                               |
| Mme CASPAR BAUGUIL Sylvie   | Nutrition                               |
| Mme CASSAING Sophie         | Parasitologie                           |
| M. CAVAINAC Etienne         | Chirurgie orthopédique et traumatologie |
| M. CONGY Nicolas            | Immunologie                             |
| Mme COURBON Christine       | Pharmacologie                           |
| Mme DAMASE Christine        | Pharmacologie                           |
| Mme de GLISEZENSKY Isabelle | Physiologie                             |
| Mme DE MAS Véronique        | Hématologie                             |
| Mme DELMAS Catherine        | Bactériologie Virologie Hygiène         |
| M. DUBOIS Damien            | Bactériologie Virologie Hygiène         |
| M. DUPUI Philippe           | Physiologie                             |
| M. FAGUER Stanislas         | Néphrologie                             |
| Mme FILLAUX Judith          | Parasitologie                           |
| M. GANTET Pierre            | Biophysique                             |
| Mme GENNERO Isabelle        | Biochimie                               |
| Mme GENOUX Annelise         | Biochimie et biologie moléculaire       |
| M. HAMDI Safouane           | Biochimie                               |
| Mme HITZEL Anne             | Biophysique                             |
| M. IRIART Xavier            | Parasitologie et mycologie              |
| Mme JONCA Nathalie          | Biologie cellulaire                     |
| M. KIRZIN Sylvain           | Chirurgie générale                      |
| Mme LAPEYRE-MESTRE Maryse   | Pharmacologie                           |
| M. LAURENT Camille          | Anatomie Pathologique                   |
| M. LHERMUSIER Thibault      | Cardiologie                             |
| M. LHOMME Sébastien         | Bactériologie-virologie                 |
| Mme MONTASTIER Emilie       | Nutrition                               |
| Mme MOREAU Marion           | Physiologie                             |
| Mme NOGUEIRA M.L.           | Biologie Cellulaire                     |
| M. PILLARD Fabien           | Physiologie                             |
| Mme PUISSANT Bénédicte      | Immunologie                             |
| Mme RAYMOND Stéphanie       | Bactériologie Virologie Hygiène         |
| Mme SABOURDY Frédérique     | Biochimie                               |
| Mme SAUNE Karine            | Bactériologie Virologie                 |
| M. SILVA SIFONTES Stein     | Réanimation                             |
| M. TAFANI Jean-André        | Biophysique                             |
| M. TREINER Emmanuel         | Immunologie                             |
| Mme TREMOLLIÈRES Florence   | Biologie du développement               |
| Mme VAYSSE Charlotte        | Cancérologie                            |
| M. VIDAL Fabien             | Gynécologie obstétrique                 |

**M.C.U. Médecine générale**

M. BRILLAC Thierry  
Mme DUPOUY Julie

**M.C.U. - P.H**

|                             |                                          |
|-----------------------------|------------------------------------------|
| Mme ABRAVANEL Florence      | Bactériologie Virologie Hygiène          |
| Mme BASSET Céline           | Cytologie et histologie                  |
| Mme CAMARE Caroline         | Biochimie et biologie moléculaire        |
| M. CAMBUS Jean-Pierre       | Hématologie                              |
| Mme CANTERO Anne-Valérie    | Biochimie                                |
| Mme CARFAGNA Luana          | Pédiatrie                                |
| Mme CASSOL Emmanuelle       | Biophysique                              |
| Mme CAUSSE Elizabeth        | Biochimie                                |
| M. CHAPUT Benoit            | Chirurgie plastique et des brûlés        |
| M. CHASSAING Nicolas        | Génétique                                |
| M. CLAVEL Cyril             | Biologie Cellulaire                      |
| Mme COLLIN Laetitia         | Cytologie                                |
| Mme COLOMBAT Magali         | Anatomie et cytologie pathologiques      |
| M. CORRE Jill               | Hématologie                              |
| M. DE BONNECAZE Guillaume   | Anatomie                                 |
| M. DEDUIT Fabrice           | Médecine Légale                          |
| M. DELPLA Pierre-André      | Médecine Légale                          |
| M. DESPAS Fabien            | Pharmacologie                            |
| M. EDOUARD Thomas           | Pédiatrie                                |
| Mme ESQUIROL Yolande        | Médecine du travail                      |
| Mme EVRARD Solène           | Histologie, embryologie et cytologie     |
| Mme GALINIER Anne           | Nutrition                                |
| Mme GARDETTE Virginie       | Epidémiologie                            |
| M. GASQ David               | Physiologie                              |
| Mme GRARE Marion            | Bactériologie Virologie Hygiène          |
| Mme GUILBEAU-FRUGIER Céline | Anatomie Pathologique                    |
| M. GUILLEMINAULT Laurent    | Pneumologie                              |
| Mme GUYONNET Sophie         | Nutrition                                |
| M. HERIN Fabrice            | Médecine et santé au travail             |
| Mme INGUENEAU Cécile        | Biochimie                                |
| M. LAIREZ Olivier           | Biophysique et médecine nucléaire        |
| M. LEANDRI Roger            | Biologie du dével. et de la reproduction |
| M. LEPAGE Benoit            | Biostatistiques et Informatique médicale |
| Mme MAUPAS Françoise        | Biochimie                                |
| M. MIEUSSET Roger           | Biologie du dével. et de la reproduction |
| Mme NASR Nathalie           | Neurologie                               |
| Mme PRADDAUDE Françoise     | Physiologie                              |
| M. RIMAILHO Jacques         | Anatomie et Chirurgie Générale           |
| M. RONGIERES Michel         | Anatomie - Chirurgie orthopédique        |
| Mme SOMMET Agnès            | Pharmacologie                            |
| Mme VALLET Marion           | Physiologie                              |
| M. VERGEZ François          | Hématologie                              |
| Mme VEZZOSI Delphine        | Endocrinologie                           |

**M.C.U. Médecine générale**

M. BISMUTH Michel  
Mme ESCOURROU Brigitte

Maîtres de Conférences Associés de Médecine Générale

Dr ABITTEBOUL Yves  
Dr CHICOULAA Bruno  
Dr IRI-DELAHAYE Motoko  
Dr FREYENS Anne

Dr BOYER Pierre  
Dr ANE Serge  
Dr BIREBENT Jordan  
Dr LATROUS Leila

**A Monsieur le Professeur Olivier FOURCADE**

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger à la présidence de cette thèse. Merci de défendre et mettre en avant notre spécialité. Recevez ici l'expression de mon profond respect.

**A Monsieur le Professeur Thomas GEERAERTS**

Je vous remercie d'avoir accepté de juger notre travail. Votre volonté de transmettre est un exemple pour nous tous. Je vous prie de croire en mon profond respect.

**A Monsieur le Professeur Vincent MINVILLE**

Merci de ton implication dans la recherche et l'encadrement universitaire des internes. Je te prie de croire en ma reconnaissance, en mon profond respect et en mon amitié.

**A Madame le Docteur Laure Crognier**

Merci de m'avoir proposé ce sujet de recherche qui constitue un de ces nombreux projets originaux de recherche clinique dont tu es moteur. Merci de ta disponibilité et de tes précieux conseils tout au long de celui-ci. Tu représentes exactement ce qu'est le compagnonnage si important à notre formation. Je suis admiratif de ton sens clinique et de tes qualités humaines. Je te prie de croire en mon profond respect et en mon amitié.

**A Monsieur le Docteur Bernard Georges**

Je vous remercie pour vos qualités pédagogiques, votre expertise en infectiologie et en ventilation. Merci de défendre chaque jour notre spécialité avec diplomatie et tact. Soyez assuré de mon plus grand respect.

**A Monsieur le Docteur Jean-Marie Conil**

Je vous remercie pour votre aide et votre investissement. Ce travail n'aurait pas vu le jour sans votre expertise de l'analyse statistique. Croyez en mon respect et ma sincère gratitude.

Au service de réanimation polyvalente de Rangueil, merci d'avoir activement contribué au recrutement nécessaire à ce travail. Merci à Thierry, Fanny, Stéphanie, Antoine, Pierre Cougot. C'est avec plaisir et enthousiasme que je vous rejoins pour les 6 prochains mois.

A l'équipe Montalbanaise, merci pour ces 6 mois passés chez vous, pour les projets que vous menez malgré les contraintes d'effectif. Merci Jérôme, Michel, Sylvie. Bonne retraite à toi Anne.

A l'équipe de Ducuing, merci Guillaume de m'avoir si bien accueilli et pour ton énergie débordante qui a permis à l'équipe d'anesthésie de se renouveler, merci Myriam, Luc, Magalie, Fabien, Hélène.

Aux différents service d'urologie, d'orthopédie, de chirurgie thoracique. Merci Isabelle, Magda, Olivier.

Merci à l'équipe de CCV pour ce dernier semestre, Guillaume, Valentin, Julie, François, Julia, Pascale, Michel, Bénédicte, Hélène.

A mes cointernes ou chefs avec qui j'ai partagé une partie de la route : Paul O, Nico H, Baptiste, Louis, Vincent, Floriane, Christelle, Jean Mathieu, Gurbuz, Julie, Steph, Marion, Pierre, Paul, Jeremy C et R, Aude, Julien C, Nico H, Marie LL, Caroline, Pierre M Vincent, Max, Maud, Laetitia, Soukaina, Mathilde, Sylvain, Lise, Greg et Romain, je vous souhaite à tous très bonne continuation.

A la fine équipe :

Olivier et Jérem, pour ces futures courses en montagnes, sorties ski, défis pesés, réfléchis et muris...

Merci Romain, Xavier, JJ, Maria, Thibaut, vous comptez beaucoup pour moi. A tout ces bon moments au travail ou en dehors et ces quelques apéro.

Merci Sam, maintenant c'est soirée !

A ma fiancée, Myriam, merci d'avoir eu la patience de m'accompagner dans la préparation de l'internat, dans la réalisation de défis sportifs chronophages et maintenant de les partager ensemble. Merci d'être là pour mon équilibre, tu m'apportes le bonheur et la folie dont j'ai besoin. Ensemble nous avons couru, nagé, voyagé et il nous reste toute la vie pour continuer. Je t'aime

A mes parents, pour m'avoir toujours accompagné et porté dans mes études et dans le sport. Pour tout votre amour que vous nous avez donné. Vous pouvez être fier de nous avoir transmis cet esprit de famille qui nous est si cher.

A mon frère, pour nos liens solides, toutes les bêtises que l'on a pu faire et les moments partagés, pour être mon témoins de mariage, mon œnologue particulier. Je suis fier et admiratif de ton parcours professionnel et sportif.

A ma Sœur, pour ces mêmes liens qui nous unissent, pour avoir été une confidente, pour avoir une place centrale dans mon mariage. Je suis admiratif de ton parcours sans faute et de ton ouverture sur le monde.

A Adri, merci de rendre ma sœur si heureuse, bravo pour tous les projets que tu mènes de front et surtout pour la merveilleuse Sira.

A ma belle famille :

Véronique, Alice, Benoît, Philippe, merci pour votre accueil dans la famille, pour votre naturel, merci Gege et Guy.

Aux Léger, Nico le DJ officiel de la famille. Maud notre officiante Chevalier.

A Paul, Côme et Augustin d'être aussi attachants.

A mes Témoins :

Sylvain, mon second frère avec qui j'ai tout partagé. J'ai la chance d'avoir pu me construire avec toi, des premiers pas à la thèse en passant par les Yamakasi, les vacances, la colloc. Profites bien de cette année Réunionnaise avec Fanny.

Marie, avec qui nos routes ne s'éloignent plus depuis 17 ans, merci d'être une confidente, un soutien et félicitations à toi et JB pour cette belle Léonore.

Yan, l'ami de toujours avec qui j'ai partagé énormément, tu m'impressionnes par tes convictions et ta détermination, nos chemins sont liés pour toujours. Félicitations Doriane pour ta réussite, vive les futurs projets.

A la Sainte Marie Team :

Marine G, mon patachon, on a fait les 400 coups ensemble puis pour finir tu m'as permis de rencontrer Myriam et tu es devenu sa témoin. Simon, félicitation pour ces concours tu es officiellement notre Stewart particulier.

Jérem, merci d'avoir été semi pro et prof de surf avec moi, merci de te battre tous les jours pour maintenir légal les concours de cubi et de contest de coquillettes sans les mains. Merci d'avoir l'honnêteté de rendre les planches de Bodyboard aux petits enfants. Chloé ce n'est pas seulement parce que tu rêves d'un X6 mais on est heureux de te compter dans la team depuis déjà longtemps.

Marine T, la hippie du groupe, on te kiff, vive les légumes bio ! A Rémi, le catalan.

Manon et Maxou les jeunes mariés, merci pour les combats de judo, les papillotes, le photobooth.

Claire pour ta gentillesse, les lancés de bouteilles ;) JC j'espère vous voir sur une course dans vos terres.



Fageos, notre intellectuel du groupe tant par ta sur-spécialisation de radio-vétérinaire canado-suisso-Bostonien que par ta capacité à accepter des concours de descente de champs de bosses sans virage.

A mes amis :

Guillaume, Alex, Benoit, pour être des gens raisonnable avec qui je partage l'art de ne jamais faire d'excès. Ou au contraire parce qu'on ne vit qu'une fois et qu'on ne connaît pas nos limites.

Agathe et Bertrand, de m'accueillir chez vous de façon régulière, en attendant que vous redescendiez sur Toulouse !

Au Toulouse Triathlon, au coach Bastien merci de m'avoir permis de réaliser plusieurs défis en un temps record. Merci à Roro et Karine de faire vivre ce club, merci aux vachettes.

A Jean-Nico et Pauline pour votre gentillesse, pour nos soirées, pour tes cours de pâtisseries.

A Guillaume B pour ces années au club, ton humour, à Julie pour votre nouvelle vie Basque.

A Valentin pour me donner (ou pas) le courage de venir m'entraîner, à ta petite famille, à ce nouveau projet magnifique.

A Fred, pour m'avoir fait découvrir la réanimation, pour m'avoir embarqué sur les Hospitaliers.

A Patrick, toi aussi à mes débuts en réanimation, pour avoir partagé ces courses folles où le but est de courir en combinaison et nager en baskets, à notre prochain défi !

A Julien pour m'avoir réappris l'ALR, m'avoir fait confiance à l'Occitanie et surtout m'avoir appris les bases en escalade ;) )

## **Table des matières**

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| <b>Liste des abréviations</b>             | 1  |
| <b>Introduction</b>                       | 2  |
| <b>Matériel et méthodes</b>               | 4  |
| Type d'étude                              |    |
| Population de l'étude                     |    |
| Conditionnement des patients              | 5  |
| Recueil et analyse des données            | 6  |
| Analyse statistique                       | 8  |
| <b>Résultats</b>                          |    |
| Population                                | 9  |
| Paramètres de ventilation et asynchronies | 11 |
| <b>Discussion</b>                         | 16 |
| <b>Conclusion</b>                         | 21 |
| <b>Bibliographie</b>                      | 22 |
| <b>Annexes</b>                            | 24 |

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**EAdi** Diaphragm Electrical Activity

**EMGdi** Electromyogramme Diaphragmatique

**NAVA** Neurally Adjusted Ventilatory Assist ou Neuro-Asservissement de la Ventilation Assistée

**VNI** Ventilation Non Invasive

**VS-AI** Ventilation Spontanée avec Aide Inspiratoire

**VS-AI-PEP** Ventilation Spontanée avec Aide Inspiratoire et Pression Expiratoire Positive

**PEP** Pression Expiratoire Positive

**Vt/kg** Volume courant par kilogramme

## INTRODUCTION :

La ventilation non-invasive (VNI) est une technique de ventilation mécanique régulièrement utilisée en post extubation à titre prophylactique sur une population à haut risque afin de diminuer l'incidence des détresses respiratoires aiguës (1), la mortalité à 90 jours (2) et le nombre de ré-intubation (3–5), ou lors de la survenue d'une détresse respiratoire aiguë (6,7).

La mortalité en cas de ré-intubation peut atteindre 25 à 50% (8). Le taux moyen de ré-intubation de 15% peut s'élever jusqu'à 30% chez les patients les plus à risque.

En ventilation invasive par sonde d'intubation, 24 % des patients présentent des asynchronies sévères, soit un index d'asynchronies  $> 10\%$ , en VS-AI-PEP. Elles sont essentiellement représentées par les efforts inefficaces et les doubles déclenchements (9). En VNI, où l'interface est une source majeure d'asynchronies, les asynchronies sévères sont présentes chez 13 à 48% des patients selon les études (10–14).

Le développement de nouvelles interfaces plus ergonomiques et plus physiologiques, l'utilisation de mode VNI avec compensation des fuites et l'optimisation des réglages ont permis d'améliorer la tolérance des séances de VNI et de réduire la fréquence des asynchronies, cependant sans réussir à les supprimer (15).

De nouveaux modes de ventilation ont été mis en place ces dernières années afin d'améliorer la synchronisation patient-respirateur (9,16–19) parmi lesquels la Neurally Adjusted Ventilatory Assist ou Neuro-Asservissement de la Ventilation Assistée (NAVA).

La NAVA est une ventilation assistée proportionnelle permettant de délivrer un niveau d'aide inspiratoire proportionnel à l'intensité du signal diaphragmatique. Elle permet une adaptation cycle à cycle de l'aide inspiratoire. Sa particularité est d'utiliser le signal électromyographique (EMG) du diaphragme (Edi) pour déclencher l'insufflation machine, soit l'inspiration, et la stopper à 80% du signal Edi max pour permettre l'expiration.

La détection précoce du début et de la fin de l'effort inspiratoire du patient permet de diminuer les asynchronies patients-ventilateurs (9,17). L'assistance proportionnelle permet de limiter les périodes de sur ou de sous-assistance et de procurer au patient un support ventilatoire plus physiologique, variable dans le temps (20).

L'utilisation du mode NAVA en diminuant la survenue d'asynchronies patient-respirateur et les phénomènes de sur et sous assistance diaphragmatique pourrait permettre d'optimiser la VNI prophylactique en post extubation et ainsi éviter certaines ré-intubations (21,22).

Trois études physiologiques récentes ont étudié la VNI NAVA dans les détresses respiratoires aiguës ou en prévention systématique en post extubation. Elles retrouvent les mêmes résultats en VNI qu'en ventilation invasive soit une diminution des asynchronies en NAVA par rapport à la VS AI PEP notamment la réduction des asynchronies sévères (48% vs 8%). Ces études portent sur de faibles effectifs (13, 16 et 17 patients) et ces avantages doivent être confirmés en pratique clinique (14,23,24).

Notre hypothèse de travail est que le mode VNI NAVA permet de réduire les asynchronies patient-ventilateur par rapport au mode VNI VS-AI-PEP en post extubation programmée, chez une population sélectionnée. Cette population comprend les patients ventilés de façon prolongée en invasif, les insuffisants ventilatoires et les patients ayant bénéficié d'une chirurgie thoracique ou abdominale lourde.

L'objectif principal de ce travail était de montrer une diminution de 20% des macro et micro asynchronies en mode VNI NAVA versus VNI VS-AI-PEP chez une population définie à risque de ré-intubation.

Les objectifs secondaires étaient de comparer les différentes asynchronies, les paramètres ventilatoires, la survenue de fuites entre les deux modes étudiés.

## MATERIELS ET METHODES :

Il s'agissait d'une étude monocentrique, prospective, de soins courants, non randomisée, chaque patient étant son propre témoin. Ce travail avait reçu l'accord du Comité d'éthique de la recherche du centre hospitalo-universitaire de Toulouse (France), enregistré sous le numéro 11-0213.

Cette étude a été réalisée dans le service de Réanimation Polyvalente de l'hôpital de Rangueil, CHU de Toulouse, sur la période de février 2013 à novembre 2016.

Les patients inclus étaient majeurs . Une non opposition orale à la réalisation du protocole était systématiquement recherchée. Tous les patients avaient bénéficié de la pose d'un cathéter Edi 16Fr/125cm (*EAdi catheter, Maquet Critical Care, Solna, Sweden*) (25) pour utiliser le mode NAVA en ventilation invasive.

Cette sonde naso-gastrique d'alimentation était munie d'électrodes qui permettaient de détecter l'activité électrique du diaphragme. Elle était positionnée selon les instructions du constructeur. Le respirateur utilisé était un Servo-i ® (*Maquet Critical Care, Solna, Sweden*) possédant le module VNI NAVA. La sonde naso-gastrique était reliée via un module NAVA à ce respirateur.

Les critères d'inclusion étaient :

- patient majeur
- accord oral de non opposition au protocole
- utilisation du mode NAVA en ventilation invasive avec sonde déjà posée
- indication de VNI prophylactique post extubation (pathologie respiratoire ou cardiaque chronique, chirurgie abdominale ou thoracique sévère, ventilation invasive prolongée)

Les critères de non inclusion étaient :

- autres indications de la VNI
- des contre-indications à la VNI (troubles majeurs de la vigilance, traumatisme facial, refus du patient)
- une indication à la ventilation mécanique invasive
- une contre-indication à la mise en place de la sonde naso-gastrique (chirurgie gastrique ou œsophagienne récente, existence de varices œsophagiennes)

- l'existence d'une trachéotomie
- un processus infectieux évolutif défini par une fièvre supérieure à 38°C et des signes clinico-biologiques
- une défaillance hémodynamique avec une pression artérielle moyenne inférieure à 65 mm Hg ou la nécessité d'un support catécholaminergique
- une limitation des thérapeutiques actives à l'entrée dans le service
- l'existence d'une sauvegarde de justice, d'une tutelle ou d'une curatelle
- le refus oral du patient de participer
- les femmes enceintes
- un âge inférieur à 18 ans

#### Mise en place du protocole VNI-NAVA après inclusion:

Après extubation, les patients qui répondaient aux critères d'inclusion bénéficiaient successivement et aléatoirement de séances de 1 heure de VNI en VS-AI-PEP et en VNI NAVA. Le délai entre deux séances de VNI était celui choisi par le médecin clinicien en charge du patient. Le mode ventilatoire le mieux toléré était poursuivi pour les séances de VNI suivantes.

Les paramètres du respirateur étaient optimisés pour chaque patient par le médecin sénior responsable du patient, de manière à limiter au maximum l'apparition d'asynchronies.

En mode VS-AI-PEP, le niveau d'aide était réglé pour obtenir un volume courant entre 6 et 8 ml/Kg de poids théorique. Le cyclage expiratoire et la PEP étaient réglés par le praticien senior selon les caractéristiques respiratoires (restrictives, obstructives) du patient et sur la courbe de débit du respirateur, en cherchant un retour à la ligne de base en fin d'expiration. Enfin, étaient optimisés la pente et le trigger inspiratoire.

En mode NAVA, le niveau d'assistance délivré par le ventilateur est directement proportionnel à l'EAdi et le facteur de proportionnalité, appelé niveau NAVA, était réglé pour obtenir des volumes courants entre 6 et 8 ml/kg tout en surveillant que le niveau de pression inspiratoire reste inférieur à 30cm d'eau. Le niveau de PEP était déterminé par le praticien.

Le trigger inspiratoire était en principe diaphragmatique, déclenché par le signal EAdi, le seuil de déclenchement était en général réglé 0.5µV au-dessus du signal EAdi minimal. Il pouvait être pneumatique, déclenché par la détection d'une variation de débit. Le premier

trigger détecté était récompensé par un cycle machine. Le trigger expiratoire était réglé à 80% du signal EAdi maximal.

En mode VNI NAVA, en cas de déplacement de la sonde ou de mauvais signal EAdi, le respirateur basculait spontanément en mode VNI VS-AI-PEP.

### Recueil des données

Les données ont été recueillies grâce à un logiciel de récupération de courbes (*Servo-i RCR, Maquet Critical Care*) installé sur un ordinateur relié à un respirateur Servo-i pendant la procédure.

Les courbes de pression, de volume et de débit ainsi que le signal diaphragmatique (EAdi) ont été récupérés par le logiciel pendant 1 heure dans chaque mode ventilatoire.

Pour chaque patient et dans chaque mode, une feuille de recueil permettait de relever le signal EAdi max, la fréquence respiratoire, le volume minute expiré et le volume courant expiré, le pourcentage de fuite. Une moyenne de ces paramètres était réalisée toutes les 5 minutes pendant une heure (soit 12 recueils par mode).

Pendant le recueil de données et pour les deux phases d'enregistrement, le patient était posturé de façon identique en évitant toutes stimulations extérieures (soins, mobilisation, kinésithérapie).

### Analyse des données :

Les analyses des courbes du ventilateur et des asynchronies ont été faites par deux médecins de façon ouverte avec confrontation des données et soumission à l'analyse d'un troisième médecin en cas de désaccord.

L'analyse des courbes était manuelle, en se basant sur l'analyse d'un échantillonnage d'une minute toutes les huit minutes par courbe et par mode.



Les macro-asynchronies recherchées étaient de trois types (annexe 1) :

- l'effort inefficace défini par l'existence d'un signal diaphragmatique (EAdi) sans cycle machine
- l'auto-déclenchement défini par l'existence d'un cycle machine sans signal diaphragmatique
- le double déclenchement défini par 2 cycles machines successifs suite à un double signal EAdi (double déclenchement de type 1 considéré comme physiologique) ou un seul signal EAdi (double déclenchement de type 2).

Les micro-asynchronies recherchées étaient (annexe 2) :

- le retard inspiratoire défini par un retard de plus de 200ms entre la contraction diaphragmatique et le début de l'insufflation
- le cyclage tardif défini par un temps inspiratoire excessif de plus de 200ms entre la relaxation diaphragmatique et le passage effectif du cycle machine en expiration
- le cyclage précoce défini par un temps inspiratoire plus court d'au moins 200ms entre le passage effectif en expiration du cycle machine et la survenue de la relaxation diaphragmatique.

Un délai de 150 ms représentant le seuil de perception consciente d'un retard avait été retenu (26).

Le retard ou l'avance de 200 ms ont été choisis pour l'analyse des micro-asynchronies devant l'absence de définition consensuelle, en ajoutant au délai de 150 ms une marge d'erreur de mesure de 50 ms (sensibilité du curseur).

Un index d'asynchronies était défini par:

*Nombre d'asynchronies / nombre de cycles diaphragmatiques x 100*

Il était exprimé en pourcentage et une valeur supérieure à 10% était considérée comme un index d'asynchronie sévère.

### Méthodologie statistique :

Dans une première étape de statistique descriptive, la distribution des valeurs a été évaluée à l'aide d'un test de Shapiro-Wilk. En raison de la distribution non Gaussienne de nombreuses variables, des tests non paramétriques ont été utilisés. Les résultats ont été exprimés en médiane et IC 95 [intervalle de confiance à 95%] pour les variables quantitatives et en nombre et pourcentage pour les variables qualitatives.

Les modes d'assistance ventilatoire VNI NAVA et VNI VS-AI-PEP ont été comparés. S'agissant d'échantillons appariés, nous avons utilisé pour les variables continues un test de Wilcoxon et pour les variables qualitatives (exprimées en pourcentage) un test de Cochran Q.

En tenant compte de l'objectif principal (recherche d'une différence du nombre d'asynchronies lors d'une ventilation en mode NAVA par rapport au mode VS-AI), l'analyse préalable indiquait qu'un échantillon de 28 sujets était suffisant pour montrer une réduction de 20% des asynchronies avec un risque  $\alpha$  de 0,05 et un risque  $\beta$  de 0,20.

L'étude a été réalisée à partir du logiciel MedCalc® statistical software (Mariakerke, Belgique). Un  $p < 0,05$  était considéré comme statistiquement significatif.

## RESULTATS

### Population

Quatre-vingts patients ont été inclus, seuls soixante-quatre d'entre eux ont pu être analysés. Douze enregistrements étaient ininterprétables en raison d'un trop grand nombre d'artéfacts aussi bien en NAVA qu'en VS-AI-PEP et quatre enregistrements ont été perdus par absence de sauvegarde informatique.

Notre population était composée majoritairement d'hommes avec un âge médian de 69 ans, un score de gravité initial élevé avec une médiane d'IGS II à 52.

La médiane de ventilation invasive était de 11 [7,7-14,6] jours et la durée de séjour de 18,5 [14-24] jours.

54% des patients présentaient un trouble ventilatoire (obstructif ou restrictif), 17% des antécédents de pathologie cardiaque, 12% une pathologie neuromusculaire.

42% des patients étaient admis pour une cause médicale et 53% suite à une chirurgie digestive, thoracique ou cardio-vasculaire.

La mortalité globale était de 9% à 3 mois.

Le tableau 1 résume les principales caractéristiques de ces patients.

**Tableau 1 : Caractéristiques de la population**

| n=64                                                                                                                                                                                                                          | Médiane                                                         | IC 95%      | mini | maxi |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------|------|------|
| <b>H/F (%)</b>                                                                                                                                                                                                                | 44 (68,7%) / 20 (31,2%)                                         |             |      |      |
| <b>Age (ans)</b>                                                                                                                                                                                                              | 69                                                              | 67 - 72     | 30   | 90   |
| <b>Poids (kg)</b>                                                                                                                                                                                                             | 80                                                              | 74 - 85,3   | 46   | 166  |
| <b>Poids idéal (kg)</b>                                                                                                                                                                                                       | 70                                                              | 66,7 - 71,3 | 38   | 96   |
| <b>Taille (cm)</b>                                                                                                                                                                                                            | 170                                                             | 169 - 172   | 140  | 200  |
| <b>BMI (kg/m2)</b>                                                                                                                                                                                                            | 27,7                                                            | 26,1 - 29,6 | 16,7 | 45   |
| <b>IGSII</b>                                                                                                                                                                                                                  | 52                                                              | 45 - 57     | 18   | 87   |
| <b>Durée ventilation antérieure (jours)</b>                                                                                                                                                                                   | 11                                                              | 7,7 - 14,6  | 1    | 77   |
| <b>Durée de séjour</b>                                                                                                                                                                                                        | 18,5                                                            | 14 - 24     | 4    | 87   |
| <b>Motif d'admission</b><br>- Médical<br>- Chirurgie digestive-urologique<br>- Chirurgie thoracique<br>- Chirurgie cardiaque et vasculaire<br>- Accident de la voie publique (AVP)                                            | 27 (42,2%)<br>8 (12,5%)<br>6 (9,4%)<br>20 (31,2%)<br>3 (4,7%)   |             |      |      |
| <b>Motif de la VNI prophylactique</b><br>- Trouble ventilatoire obstructif<br>- Trouble ventilatoire restrictif<br>- Pathologie neuromusculaire<br>- Insuffisance Ventriculaire gauche ou coronaropathie<br>- Post opératoire | 18 (28,1%)<br>17 (26,6%)<br>8 (12,5%)<br>11 (17,2%)<br>34 (53%) |             |      |      |
| <b>Ré-intubation</b><br>Non<br>Oui                                                                                                                                                                                            | 50 (78,1%)<br>14 (21,9%)                                        |             |      |      |
| <b>Mortalité à J 28</b>                                                                                                                                                                                                       | 3 (4,7%)                                                        |             |      |      |
| <b>Mortalité à M3</b>                                                                                                                                                                                                         | 6 (9,4%)                                                        |             |      |      |

### Paramètres de ventilation et asynchronies

Le niveau d'assistance médian était de 4 cmH<sub>2</sub>O en aide inspiratoire et de 0,20 cmH<sub>2</sub>O/μvolt en NAVA. Le volume courant expiratoire médian (exprimé en ml/kg) était de 8,3 [7,8 - 8,98] en mode VS-AI versus 8,2 [7,7-8,6] en mode NAVA (p=0,3031) (Figure 2).

La fréquence respiratoire et la PEP étaient comparables dans les deux modes.

Les fuites (exprimées en pourcentage), bien que relativement élevées dans les deux modes, étaient plus faibles en mode NAVA avec 31,7% [27,2-34,5] versus 37,5% [29,7-41,9] en mode VS-AI-PEP (p=0,0017).

En VS-AI le cyclage expiratoire était réglé en médiane à 40% [0,4-0,5].

L'Eadi max était plus faible en VNI NAVA 19,8 μvolt (16,3-24,3) versus 22,5 μvolt (20,3-25,6) en VNI VS-AI-PEP.

On objectivait une diminution de l'index d'asynchronies totales en mode NAVA par rapport au mode VS-AI-PEP (3 vs 41,5 p < 0,0001) (Figure 1).

Sur notre effectif de 64 patients, 30 présentaient un index d'asynchronie supérieur à 10% dans le groupe VNI VS-AI-PEP versus 2 dans le groupe VNI NAVA (p<0,001).

Le nombre total de macro-asynchronies était faible, quel que soit le mode utilisé. Mais il existait une diminution statistiquement significative entre les deux modes. Le nombre de macro-asynchronies passait de 3 [2-6] en VS-AI-PEP à 0 [0-0] en NAVA (p<0,0001). L'index de macro-asynchronies passait de 1,8% en VS-AI-PEP à 0% en NAVA.

On notait une diminution :

- des auto-déclenchements (figure 3),
- des doubles déclenchements de type 2 (figure 4),
- des efforts inefficaces.

Concernant les micro-asynchronies, on notait une diminution importante du nombre absolu de micro-asynchronies de 36,5 [31,7-44,6] à 3 [2-5] et de l'index de micro-asynchronie de 19,9% [16,6-23,6] à 1,5% [1-2,5] respectivement en mode VS-AI-PEP versus mode NAVA.

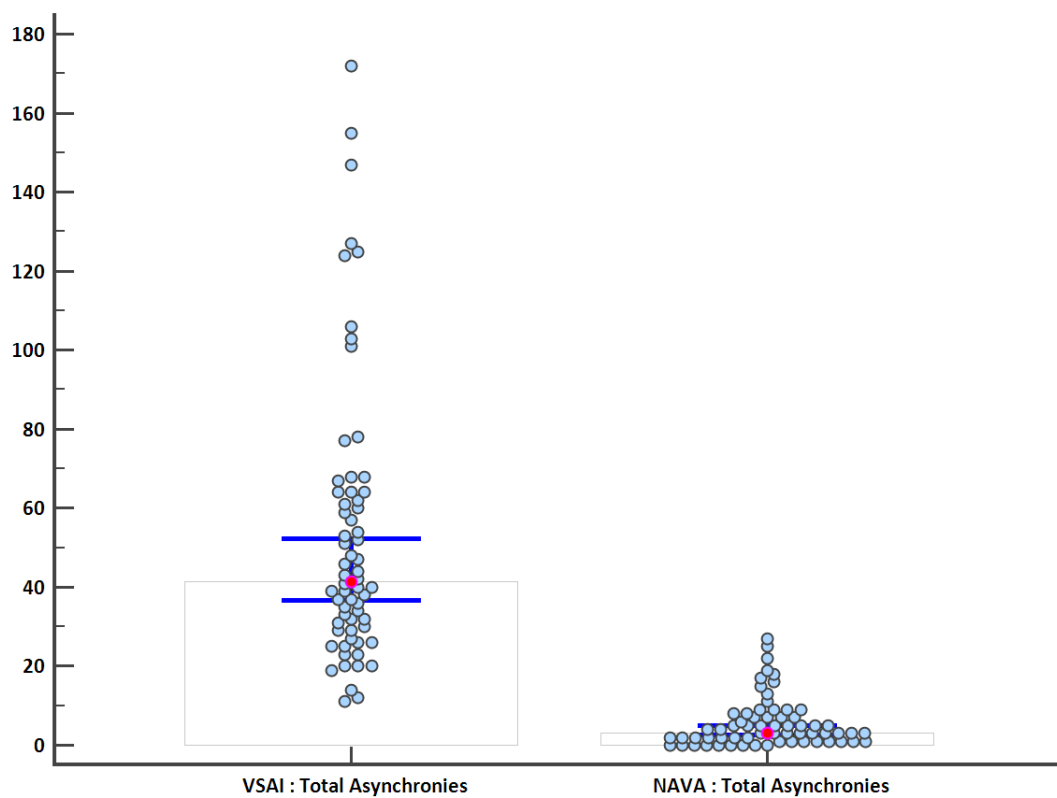
Cette différence portait sur les cyclages expiratoires précoces et les cyclages inspiratoires tardifs mais ne concernait pas les cyclages expiratoires tardifs.

**Tableau 2 : Paramètres de ventilation**

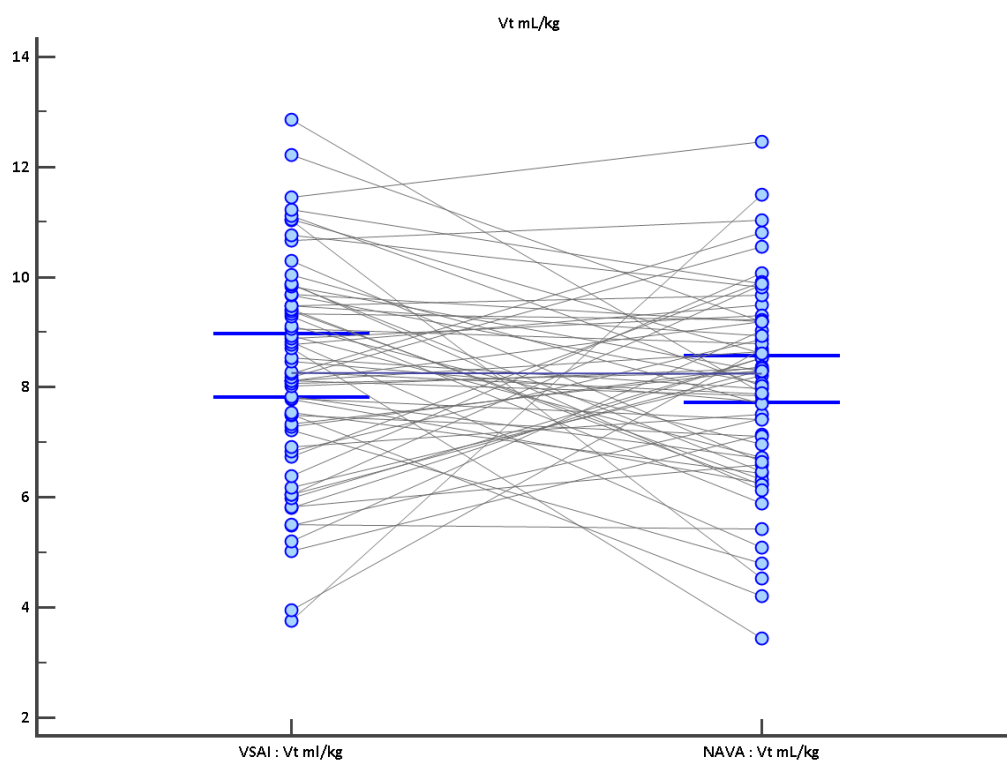
| n=61                                            | VNI VS-AI  |                             |      |       | VNI NAVA   |                                     |      |              | p              |
|-------------------------------------------------|------------|-----------------------------|------|-------|------------|-------------------------------------|------|--------------|----------------|
|                                                 | médiane    | IC 95%                      | mini | maxi  | médiane    | IC 95%                              | mini | maxi         |                |
| <b>Niveau d'aide inspiratoire</b>               | 4          | 4 – 5<br>cmH <sub>2</sub> O | 0    | 10    | 0,20       | 0,10 - 0,20<br>cmH <sub>2</sub> O / | 0    | 1,8<br>μVolt | <b>NA</b>      |
| <b>Fréquence respiratoire</b>                   |            |                             |      |       |            |                                     |      |              |                |
| FR moyenne ventilateur                          | 26         | 25 - 27                     | 15   | 49    | 26         | 24 – 29                             | 14   | 49           | 0,0869         |
| FR échantillon                                  | 24         | 22 - 26                     | 12   | 40    | 24         | 22 - 26                             | 12   | 46           | 0,6202         |
| <b>PEP (cmH<sub>2</sub>O)</b>                   | 5          | 5 - 5                       | 3    | 8     | 5          | 5 - 5                               | 3    | 8            | 0,3484         |
| <b>Trigger expiratoire (%)</b>                  | 40         | 40 - 50                     | 20   | 50    | NA         | NA                                  | NA   | NA           | NA             |
| <b>Fuite (%)</b>                                | 37,5       | 29,7 - 41,9                 | 8,8  | 73,3  | 31,7       | 27,2 - 34,5                         | 10,8 | 63,3         | <b>0,0017*</b> |
| <b>Eadi max (μvolt)</b>                         | 22,5       | 20,3 - 25,6                 | 3,8  | 70,2  | 19,8       | 16,3 - 24,3                         | 3,7  | 58,8         | <b>0,0179*</b> |
| <b>VT expiré (mL)</b>                           | 538,8      | 499,5 - 573,6               | 312  | 852,7 | 511,4      | 477 - 564,7                         | 241  | 872,5        | 0,2612         |
| <b>VT minute expiratoire<br/>: VminExpi (L)</b> | 14         | 12,779 - 15,1               | 8,72 | 22,2  | 13,96      | 13,1 - 15,8                         | 7,08 | 27,4         | 0,3110         |
| <b>VtE (mL/Kg poids idéal)</b>                  | 8,3        | 7,8 - 8,98                  | 3,76 | 12,9  | 8,2        | 7,7 - 8,6                           | 3,4  | 12,5         | 0,3031         |
| <b>Vt &lt;6mL/kg</b>                            | 9 (14,1%)  |                             |      |       | 7(10,9%)   |                                     |      |              | 0,593          |
| <b>Vt entre 6 et 8mL/kg</b>                     | 16 (25%)   |                             |      |       | 22 (34,4%) |                                     |      |              | 0,239          |
| <b>Vt &gt;8mL/kg</b>                            | 39 (60,9%) |                             |      |       | 35 (54,7%) |                                     |      |              | 0,465          |

**Tableau 3 : Les asynchronies**

| n=61                                                           | VNI VS-AI   |             |      |      | VNI NAVA  |         |      |      | p         |
|----------------------------------------------------------------|-------------|-------------|------|------|-----------|---------|------|------|-----------|
|                                                                | médiane     | IC 95%      | mini | maxi | médiane   | IC 95%  | mini | maxi |           |
| <b><u>Macro-asynchronies</u></b>                               |             |             |      |      |           |         |      |      |           |
| Auto- Déclenchements                                           | 1           | 0 - 2       | 0    | 12   | 0         | 0 - 0   | 0    | 5    | < 0,0001* |
| Doubles Déclenchements type 1                                  | 0           | 0 - 0       | 0    | 3    | 0         | 0 - 1   | 0    | 5    | 0,0004*   |
| Doubles Déclenchements type 2                                  | 0           | 0 - 1       | 0    | 27   | 0         | 0 - 0   | 0    | 1    | < 0,0001  |
| Efforts inefficaces                                            | 0           | 0 - 1       | 0    | 18   | 0         | 0 - 0   | 0    | 1    | <0,0001*  |
| Index macro-asynchronies                                       | 1,8         | 1,2 - 2,8   | 0    | 17,7 | 0         | 0 - 0   | 0    | 3,8  | < 0,0001* |
| Total Macro asynchronies                                       | 3           | 2 - 6       | 0    | 29   | 0         | 0 - 0   | 0    | 5    | < 0,0001* |
| <b><u>Micro-asynchronies</u></b>                               |             |             |      |      |           |         |      |      |           |
| Cyclages Expiratoires précoces                                 | 5           | 3 - 11      | 0    | 77   | 0         | 0 - 0   | 0    | 3    | < 0,0001* |
| Cyclages Expiratoires tardifs                                  | 1           | 0 - 2       | 0    | 44   | 0         | 0 - 0   | 0    | 19   | 0,0571    |
| Cyclages Inspiratoires tardifs                                 | 19          | 16 - 27     | 0    | 136  | 2         | 0 - 3   | 0    | 27   | < 0,0001* |
| Index microasynchronies                                        | 19,9        | 16,6 - 23,6 | 4,7  | 79,9 | 1,5       | 1 - 2,5 | 0    | 14,4 | < 0,0001* |
| Total microasynchronies                                        | 36,5        | 31,7 - 44,6 | 8    | 167  | 3         | 2 - 5   | 0    | 27   | < 0,0001* |
| <b><u>Asynchronies -totales</u></b>                            |             |             |      |      |           |         |      |      |           |
| Asynchronies-totales                                           | 41,5        | 36,7 - 52,3 | 11   | 172  | 3         | 2,7 - 5 | 0    | 27   | < 0,0001* |
| Index Asynchronies-total                                       | 21,9        | 19,9 - 28   | 6    | 82,8 | 3         | 2,7 - 5 | 0    | 27   | < 0,0001* |
| <b>Index Asynchronies&gt;10%</b>                               | 57 (89,06%) |             |      |      | 5 (7,81%) |         |      |      | P<0,001*  |
| <b>Index Asynchronies &gt; 10% sans cyclages inspiratoires</b> | 30 (46,88%) |             |      |      | 2 (3,12%) |         |      |      | P<0,001*  |

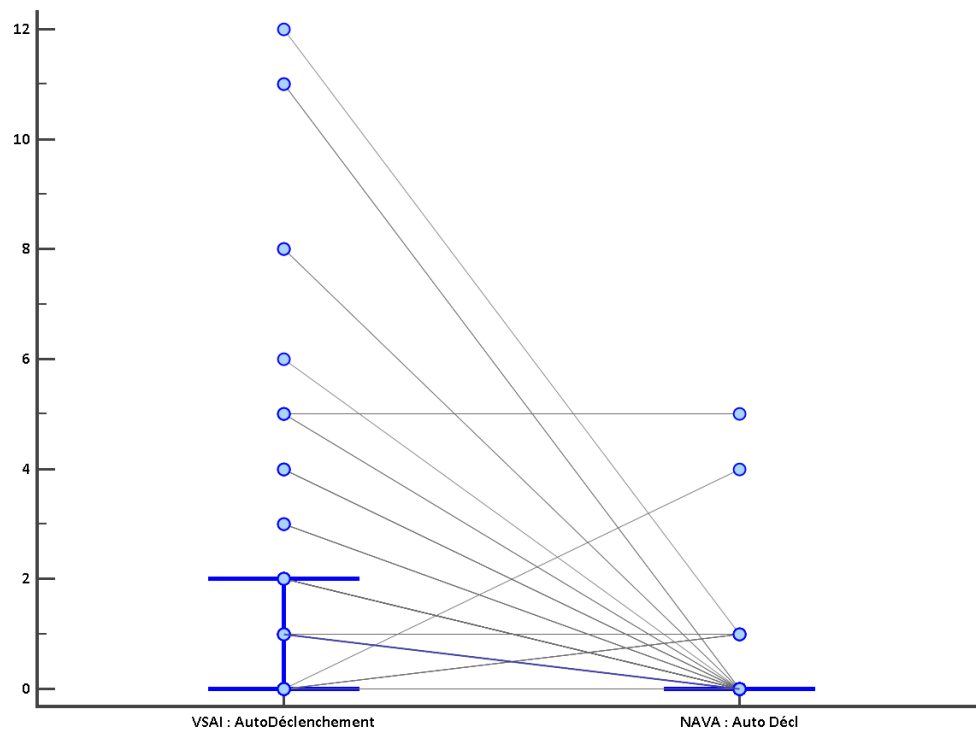


**Figure 1 : Asynchronies en mode VS-AI –PEP et en mode NAVA**

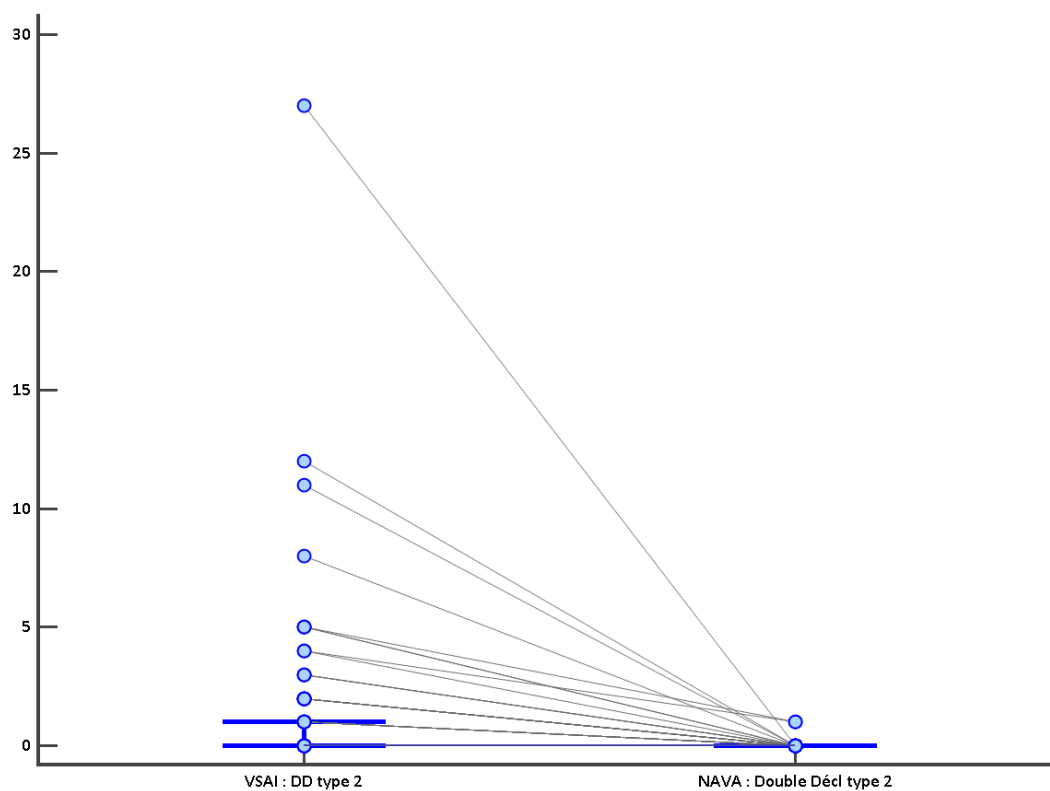


**Figure 2 : Volume courant exprimé en ml/kg en mode NAVA et VS-AI-PEP**





**Figure 3 : Auto Déclenchement en mode VS-AI-PEP vs NAVA**



**Figure 4 : Double déclenchement de type 2 en mode VS-AI-PEP vs NAVA**

## DISCUSSION

La ventilation non invasive prophylactique systématique n'est pas indiquée en réanimation. Cependant, nous savons que pour une population ciblée, elle permet de diminuer le taux de ré-intubation et la mortalité (1–3,5).

Le mode ventilatoire de référence en ventilation non invasive est la ventilation spontanée avec aide inspiratoire et pression expiratoire positive. Il est reconnu que la ventilation non invasive est responsable de nombreuses asynchronies patient-ventilateur, qui sont aggravées par les fuites inhérentes à l'interface utilisée (13).

La diminution de ces asynchronies passe par une optimisation des réglages de la VS-AI-PEP et l'utilisation de logiciel de compensation de fuite (15).

De nouveaux modes ventilatoires permettent, par des mécanismes d'asservissements, de diminuer les asynchronies patient-ventilateur. La NAVA désormais décrite depuis plus de quinze ans en fait partie (27).

En effet, plusieurs études sur la NAVA montrent une diminution du nombre d'asynchronies ou de l'index d'asynchronies chez les patients sous ventilation mécanique, invasive ou non invasive, comparativement au mode VS-AI-PEP (18,23).

Notre étude s'est intéressée aux asynchronies patient-ventilateur en VNI prophylactique post extubation chez une population à risque d'échec d'extubation.

A notre connaissance, aucune étude n'a comparé pour cette population les interactions patient-ventilateur en VNI NAVA versus VNI VS-AI-PEP.

Il s'agit de la plus importante cohorte de patients s'intéressant à la comparaison des ces deux modes en VNI (17 patients pour la plus grande cohorte de Schmidt versus 64 dans notre étude) avec une durée d'enregistrement de 1 heure par mode vs 10 à 30 minutes pour les études précédentes.

Notre **cohorte** correspond à une population de patients de réanimation graves avec un score médian d'IGSII de 52. Il s'agit d'une population sélectionnée de patients à risque d'échec d'extubation. Ils étaient soit pris en charge en post opératoire d'une chirurgie thoracique ou abdominale majeure, soit étaient insuffisants cardiaques gauches, coronariens ou insuffisants respiratoires obstructifs ou restrictifs.

Le **volume courant** n'est pas différent dans les deux modes ventilatoires. Par contre 60,9% des patients en VS-AI-PEP et 54,7% en NAVA ont un volume courant supérieur à 8ml/kg

malgré un niveau d'assistance bas (4 cmH<sub>2</sub>O en aide inspiratoire et de 0,20 cmH<sub>2</sub>O/ $\mu$ volt en NAVA). Cette possible sur-assistance peut se traduire par des asynchronies (essentiellement par des efforts inspiratoires inefficaces, des retards au cyclage inspiratoire et des cyclages expiratoires tardifs). Les asynchronies sont moins nombreuses en NAVA, le cyclage neural inspiratoire et expiratoire de ce mode permet probablement de corriger partiellement cette sur-assistance.

Notre population comprend des patients emphysémateux sévères avec une compliance augmentée, pour ces patients même un très faible niveau d'assistance inspiratoire est à l'origine de volumes courants augmentés. Une autre hypothèse est que malgré notre attention pour sélectionner une population de patients à risque nous avons probablement inclus des patients qui potentiellement bénéficieraient d'oxygénothérapie nasale haut débit plus que de VNI (28). En effet la médiane de ventilation est de 11 jours mais avec deux populations différentes : une correspondant à une population à risque d'échec d'extubation sur des critères anamnestiques mais ventilée de façon brève (transplanté pulmonaire, post opératoire de chirurgie digestive ou cardiovasculaire) et une de patients ventilés de façon prolongée sur des défaillances d'organes plus sévères. Ces deux populations sont probablement très différentes : la première bénéficiant plus d'oxygénothérapie haut débit, la seconde de VNI.

Le **pourcentage de fuite** dans notre étude est respectivement de 37,5% en VS-AI-PEP et 31,7% en NAVA, il est supérieur à l'étude de Vignaux et al qui retrouve 23% de fuite en VS-AI-PEP (15) mais est comparable à l'étude de Longhini et al qui retrouve 36% de fuite en NAVA (29). Les fuites sont corrélées à une augmentation du nombre d'asynchronies en VNI (13). Notre pourcentage de fuite a pu favoriser la survenue d'asynchronies dans les deux modes (annexe 3). Notre taux élevé de fuites est partiellement expliqué par la volonté du comité d'éthique d'utiliser des sondes naso-gastriques de 16 Fr qui ne passent ni dans les raccords de Mayence, ni dans les passes sondes. L'utilisation d'une sonde de 8 french pourrait limiter les fuites. Afin que le pourcentage de fuite soit comparable, le masque de VNI utilisé était le même dans les deux modes ventilatoire.

Malgré cette contrainte et le pourcentage élevé de fuites nous retrouvons une diminution significative du pourcentage de fuite dans le groupe NAVA (31,5%) versus VS-AI (37,5%) ( $p=0,0017$ ). Cette diminution est expliquée par le cyclage neural de l'expiration permettant d'arrêter l'insufflation du respirateur. Cette limitation des fuites joue probablement un rôle sur la diminution des asynchronies en mode NAVA.

Le signal Eadi max est plus faible en NAVA (19,8 $\mu$ V) qu'en VS-AI-PEP (22,5 $\mu$ V) ( $p<0,0179$ ). Généralement, le signal Eadi varie d'intensité cycle à cycle. Il permet d'apporter un rétrocontrôle sur la qualité du cycle ventilatoire précédent. Soit le patient a bien été récompensé lors du cycle ventilatoire précédent et le signal Eadi diminue, soit le volume courant n'était pas suffisant, l'effort diaphragmatique est donc plus important le signal Eadi augmente. Dans la mesure où les volumes courants sont élevés dans notre étude, une part de sur-assistance en NAVA doit être envisagée.

Le niveau de **PEP** reste identique dans les deux modes. La PEP est réglée par le médecin praticien sur la courbe de débit du respirateur et la contraction abdominale expiratoire du patient. Le trigger expiratoire très précoce dans notre étude en VS-AI-PEP peut expliquer un meilleur cyclage expiratoire, une limitation de l'hyperinflation dynamique et l'absence de différence de niveau de PEP entre la NAVA et la VS-AI-PEP. Cette hypothèse est appuyée par le fait que les seules micro-asynchronies identiques dans les deux modes sont les cyclages expiratoires tardifs qui sont quasi inexistantes dans les deux modes.

Notre étude met en évidence une diminution de l'index **d'asynchronies totales** en NAVA par rapport à la VS-AI-PEP respectivement 3 vs 21,9 ( $p<0,0001$ ). Le nombre d'asynchronies sévères décrit par Thille et al. définit comme un index d'asynchronies supérieur à 10% est lui aussi significativement plus faible en NAVA (9). En VS-AI-PEP nous retrouvons 46% d'asynchronies sévères versus 3% en NAVA. En VS-AI-PEP ce nombre est comparable à celui retrouvé par Vignaux (43%) (13).

L'index de **macro-asynchronies** est très faible quel que soit le mode ventilatoire, respectivement 1,3 en VS-AI-PEP versus 0 en NAVA, tout comme le pourcentage des macro-asynchronies sévères (respectivement 46% vs 3%) comparé à la littérature (48-70% vs 0-8%). Ces faibles taux sont expliqués par l'attention particulière portée aux réglages des paramètres ventilatoires par nos praticiens hospitaliers, habitués à prendre en charge des patients à ventilation difficile.

On retrouve une diminution significative du nombre de **double déclenchement de type 2** décrit par Piquilloud et al. pour lesquels le cycle machine est double alors qu'il existe un seul et même signal EAdi non biphasique (17). Les doubles déclenchements de type 1

correspondent à 2 cycles machines successifs suite à un double signal EAdi, ces derniers sont plus nombreux dans le groupe NAVA et considérés comme physiologiques.

L'index de **micro-asynchronies** est significativement plus bas en NAVA qu'en VS-AI-PEP, 1,5 versus 19,9.

La différence la plus importante porte sur la diminution des **retards inspiratoires** en mode NAVA versus VS-AI-PEP (2 versus 19). Ceci confirme que le trigger neurologique est beaucoup plus sensible que le trigger pneumatique, comme l'a démontré l'équipe de Sinderby (27). Nous avons choisi de définir le délai entre le début du signal neural diaphragmatique et le début du cycle machine comme une asynchronie en prenant un délai de 150 ms qui correspond au seuil de perception consciente d'un retard à l'inspiration en y ajoutant une sécurité de 50 ms plutôt que de regarder à chaque cycle le temps inspiratoire neural comme l'ont fait d'autres études (14,19,23,24). Cette définition reste bien sûr discutable mais prend en compte la difficulté d'analyse manuelle des courbes et la sensibilité de positionnement du curseur. Si elle peut modifier le taux de micro-asynchronies retrouvé dans notre étude en comparaison aux données de la littérature, elle n'influence pas la différence de pourcentage de survenue de cette asynchronie au cours de notre étude puisque elle est appliquée dans les deux modes.

Le nombre de **cyclages tardifs** est faible dans les deux groupes : VS-AI-PEP 1 [0-2] contre 0 en NAVA  $p=0,057$ . En effet l'équipe médicale est habituée à prendre en charge des patients à haut risque d'auto PEP et d'hyperinflation dynamique. Pour cela les triggers expiratoires sont souvent précoces en VS-AI-PEP, ce qui a permis de limiter cette asynchronie dans ce mode. En NAVA le cyclage expiratoire neural par définition permet de limiter cette asynchronie.

Le cyclage précoce est significativement plus faible en NAVA 0 contre 5 [3-11] en VS-AI-PEP. La valeur médiane du trigger expiratoire est de 40% dans notre étude en VS-AI-PEP. Là aussi le trigger expiratoire neural de la NAVA permet là encore, de diminuer ces asynchronies. Le nombre élevé de **cyclages expiratoires précoces** que nous constatons en VS-AI-PEP aurait pu être lié au réglage précoce du trigger expiratoire, le respirateur passant en expiration alors que le patient souhaite poursuivre son inspiration. Cependant on ne constate pas d'augmentation des doubles déclenchements en VS-AI-PEP et les patients ayant un trigger expiratoire précoce ne sont pas ceux présentant majoritairement cette asynchronie.

Notre étude montre une diminution significative du nombre total des asynchronies en NAVA par rapport à la VSAIPEP en ventilation non invasive.

Cette diminution porte essentiellement sur les micro-asynchronies, les macro-asynchronies étant faibles dans les deux modes. Certains paramètres ont pu augmenter le taux d'asynchronies en VS-AI-PEP comme les fuites importantes et le trigger expiratoire réglé très précocement. Toutefois nous avons vu que les patients présentant un trigger expiratoire précoce en VSAIPEP ne sont pas ceux présentant le plus d'asynchronie par cyclage expiratoire précoce.

Le trigger neural en NAVA permet une adaptation précoce cycle à cycle du déclenchement de l'inspiration et de l'expiration diminuant ainsi les cyclages inspiratoires tardifs et les cyclages expiratoires précoces ou tardifs, ce que ne permet pas la VS-AI-PEP.

Notre étude présente certaines limites. Seuls les patients ventilé en mode NAVA de façon invasive pouvaient être inclus dans l'étude limitant ainsi l'effectif de la population. Le mode NAVA sur sonde d'intubation étant privilégié pour des patients à risque de ventilation difficile. Nous avons possiblement présélectionné une population très particulière de réanimation. L'utilisation d'une sonde de gros diamètre a favorisé les fuites. Ces fuites sont présentes dans les deux modes, mais les triggers en VSAIPEP étant basé sur des débits, cela a pu être à l'origine de plus d'asynchronies en VSAIPEP qu'en NAVA.

Notre étude observationnelle, non randomisée et monocentrique permet de montrer une diminution des asynchronies chez le patient ventilé en VNI prophylactique post extubation en mode NAVA versus VS-AI-PEP. Le design de l'étude ne permet pas de savoir si cette baisse d'asynchronies a un impact sur le taux de réintubation ou de survie des patients.

## CONCLUSION

Dans cette étude, on retrouve une diminution de l'index d'asynchronies totales dans le groupe NAVA par diminution des macro-asynchronies et des micro-asynchronies comparativement au groupe VS-AI-PEP. Le mode NAVA pourrait se positionner comme un mode de ventilation non invasive de choix quand une VNI prophylactique post extubation est prévue pour une population à risque d'échec d'extubation.

Bon jour impression.  
le 01/03/18  
G. FOURCADE.

Professeur Olivier FOURCADE  
Coordination Anesthésie-Réanimation  
Hôpital Purpan  
Place du Docteur Baylac  
TSA 40031 - 31089 TOULOUSE Cedex 9

Vu permis d'imprimer  
Le Doyen de la Faculté  
de Médecine Toulouse - Purpan

  
Didier CARRIÉ

## BIBLIOGRAPHIE

1. Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM, Bernadich O, Badia JR, Torres A. Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006 Jan 15;173(2):164–70.
2. Ferrer M, Sellarés J, Valencia M, Carrillo A, Gonzalez G, Badia JR, et al. Non-invasive ventilation after extubation in hypercapnic patients with chronic respiratory disorders: randomised controlled trial. *Lancet Lond Engl*. 2009 Sep 26;374(9695):1082–8.
3. Nava S, Gregoretti C, Fanfulla F, Squadrone E, Grassi M, Carlucci A, et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med*. 2005 Nov;33(11):2465–70.
4. Su C-L, Chiang L-L, Yang S-H, Lin H-I, Cheng K-C, Huang Y-CT, et al. Preventive use of noninvasive ventilation after extubation: a prospective, multicenter randomized controlled trial. *Respir Care*. 2012 Feb;57(2):204–10.
5. Ornico SR, Lobo SM, Sanches HS, Deberaldini M, Tófoli LT, Vidal AM, et al. Noninvasive ventilation immediately after extubation improves weaning outcome after acute respiratory failure: a randomized controlled trial. *Crit Care Lond Engl*. 2013 Mar 4;17(2):R39.
6. SFAR\_Ventilation-Non-Invasive-au-cours-del-insuffisance-respiratoire-aigue.
7. Microsoft Word - 3\_RFE Intubation-Extubation.docx - RFE-Intubation-Extubation.pdf [Internet]. [cited 2016 Nov 15]. Available from: <http://sfar.org/wp-content/uploads/2016/09/RFE-Intubation-Extubation.pdf>
8. Thille AW, Richard J-CM, Brochard L. The decision to extubate in the intensive care unit. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013 Jun 15;187(12):1294–302.
9. Thille AW, Rodriguez P, Cabello B, Lellouche F, Brochard L. Patient-ventilator asynchrony during assisted mechanical ventilation. *Intensive Care Med*. 2006 Oct;32(10):1515–22.
10. Cammarota G, Longhini F, Perucca R, Ronco C, Colombo D, Messina A, et al. New Setting of Neurally Adjusted Ventilatory Assist during Noninvasive Ventilation through a Helmet. *Anesthesiology*. 2016 Dec;125(6):1181–9.
11. Carlucci A, Pisani L, Ceriana P, Malovini A, Nava S. Patient-ventilator asynchronies: may the respiratory mechanics play a role? *Crit Care Lond Engl*. 2013 Mar 25;17(2):R54.
12. Carreaux G, Lyazidi A, Cordoba-Izquierdo A, Vignaux L, Jolliet P, Thille AW, et al. Patient-ventilator asynchrony during noninvasive ventilation: a bench and clinical study. *Chest*. 2012 Aug;142(2):367–76.
13. Vignaux L, Vargas F, Roeseler J, Tassaux D, Thille AW, Kossowsky MP, et al. Patient-ventilator asynchrony during non-invasive ventilation for acute respiratory failure: a multicenter study. *Intensive Care Med*. 2009 May;35(5):840–6.
14. Bertrand P-M, Futier E, Coisel Y, Matecki S, Jaber S, Constantin J-M. Neurally adjusted ventilatory assist vs pressure support ventilation for noninvasive ventilation during acute respiratory failure: a crossover physiologic study. *Chest*. 2013 Jan;143(1):30–6.
15. Vignaux L, Tassaux D, Carreaux G, Roeseler J, Piquilloud L, Brochard L, et al. Performance of noninvasive ventilation algorithms on ICU ventilators during pressure support: a clinical study. *Intensive Care Med*. 2010 Dec;36(12):2053–9.
16. Demoule A, Clavel M, Rolland-Debord C, Perbet S, Terzi N, Kouatchet A, et al. Neurally adjusted ventilatory assist as an alternative to pressure support ventilation in adults: a French multicentre randomized trial. *Intensive Care Med*. 2016 Nov;42(11):1723–32.
17. Piquilloud L, Vignaux L, Bialais E, Roeseler J, Sottiaux T, Laterre P-F, et al. Neurally adjusted ventilatory assist improves patient-ventilator interaction. *Intensive Care*



Med. 2011 Feb;37(2):263–71.

18. Yonis H, Crognier L, Conil J-M, Serres I, Rouget A, Virtos M, et al. Patient-ventilator synchrony in Neurally Adjusted Ventilatory Assist (NAVA) and Pressure Support Ventilation (PSV): a prospective observational study. *BMC Anesthesiol.* 2015 Aug 8;15:117.

19. Cammarota G, Olivieri C, Costa R, Vaschetto R, Colombo D, Turucz E, et al. Noninvasive ventilation through a helmet in postextubation hypoxemic patients: physiologic comparison between neurally adjusted ventilatory assist and pressure support ventilation. *Intensive Care Med.* 2011 Dec;37(12):1943–50.

20. Schmidt M, Demoule A, Cracco C, Gharbi A, Fiamma M-N, Straus C, et al. Neurally adjusted ventilatory assist increases respiratory variability and complexity in acute respiratory failure. *Anesthesiology.* 2010 Mar;112(3):670–81.

21. Cecchini J, Schmidt M, Demoule A, Similowski T. Increased diaphragmatic contribution to inspiratory effort during neurally adjusted ventilatory assistance versus pressure support: an electromyographic study. *Anesthesiology.* 2014 Nov;121(5):1028–36.

22. Murias G, Lucangelo U, Blanch L. Patient-ventilator asynchrony. *Curr Opin Crit Care.* 2016 Feb;22(1):53–9.

23. Piquilloud L, Tassaux D, Bialais E, Lambermont B, Sottiaux T, Roeseler J, et al. Neurally adjusted ventilatory assist (NAVA) improves patient-ventilator interaction during non-invasive ventilation delivered by face mask. *Intensive Care Med.* 2012 Oct;38(10):1624–31.

24. Schmidt M, Dres M, Raux M, Deslandes-Boutmy E, Kindler F, Mayaux J, et al. Neurally adjusted ventilatory assist improves patient-ventilator interaction during postextubation prophylactic noninvasive ventilation. *Crit Care Med.* 2012 Jun;40(6):1738–44.

25. Barwing J, Ambold M, Linden N, Quintel M, Moerer O. Evaluation of the catheter positioning for neurally adjusted ventilatory assist. *Intensive Care Med.* 2009 Oct;35(10):1809–14.

26. Whitelaw WA, Derenne JP, Milic-Emili J. Occlusion pressure as a measure of respiratory center output in conscious man. *Respir Physiol.* 1975 Mar;23(2):181–99.

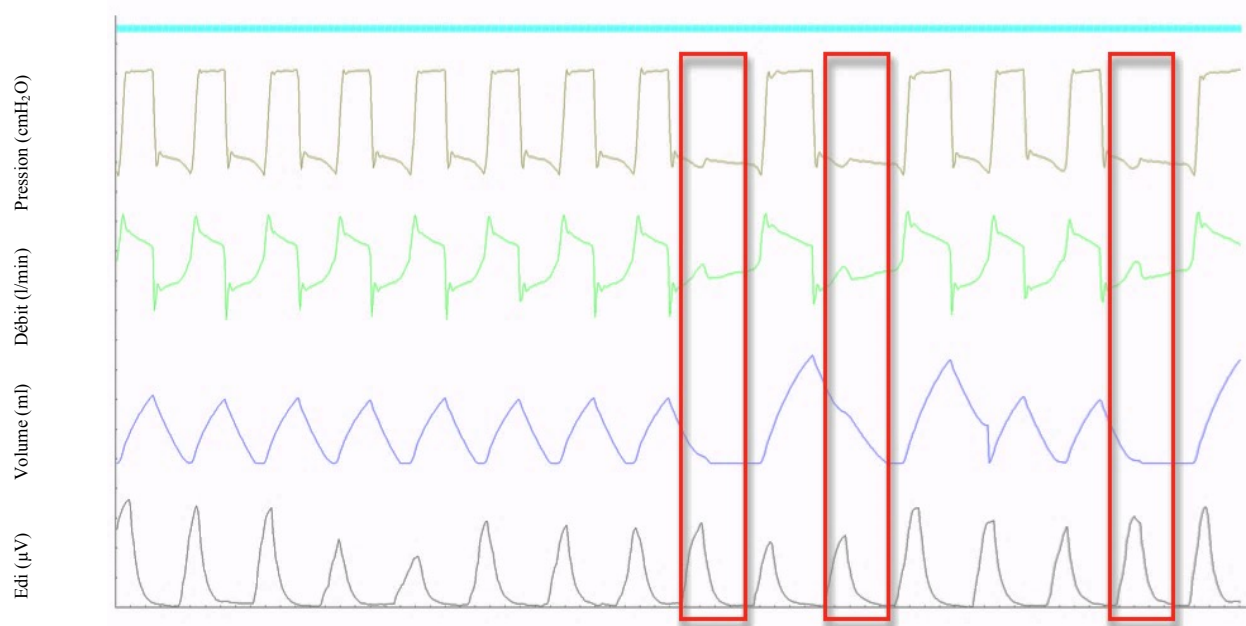
27. Sinderby C, Navalesi P, Beck J, Skrobik Y, Comtois N, Friberg S, et al. Neural control of mechanical ventilation in respiratory failure. *Nat Med.* 1999 Dec;5(12):1433–6.

28. Ni Y-N, Luo J, Yu H, Liu D, Liang B-M, Yao R, et al. Can high-flow nasal cannula reduce the rate of reintubation in adult patients after extubation? A meta-analysis. *BMC Pulm Med.* 2017 Nov 17;17:142.

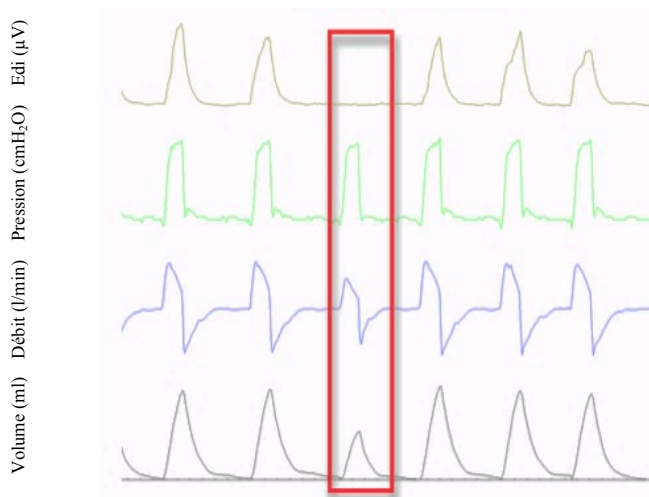
29. Longhini F, Pan C, Xie J, Cammarota G, Bruni A, Garofalo E, et al. New setting of neurally adjusted ventilatory assist for noninvasive ventilation by facial mask: a physiologic study. *Crit Care Lond Engl.* 2017 Jul 7;21(1):170.

## ANNEXE 1 : Macros Asynchronies

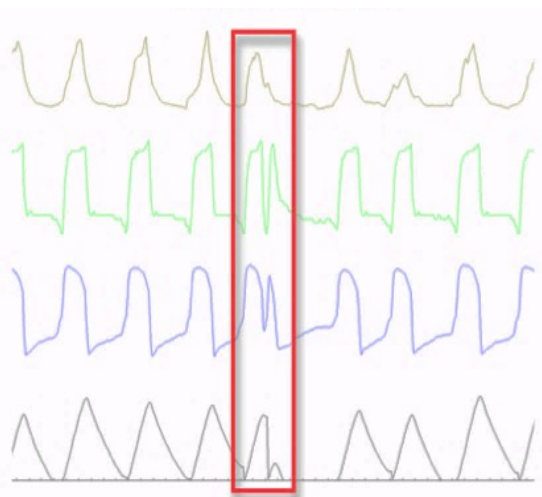
### Efforts inefficaces



### Auto déclenchement



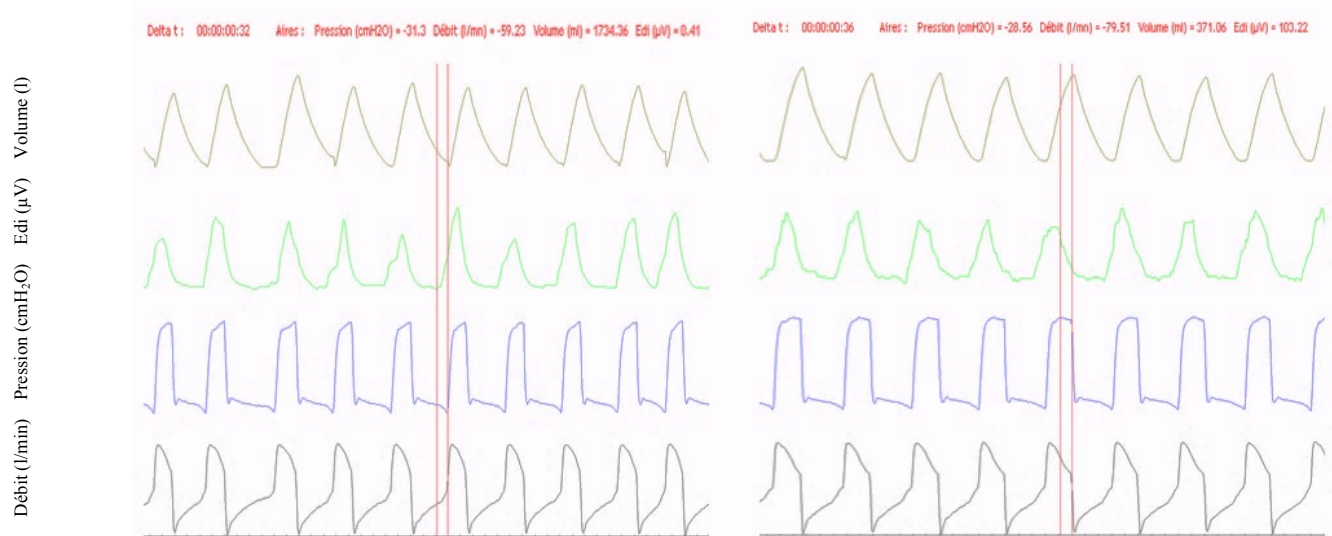
### Double déclenchement



## ANNEXE 2 : Micros Asynchronies

### Retard inspiratoire

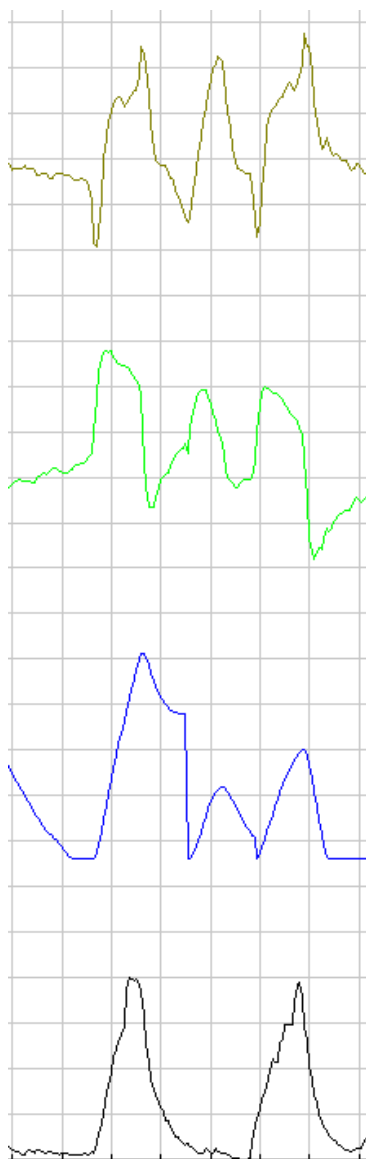
### Cyclage expiratoire tardif



### Cyclage expiratoire précoce



### ANNEXE 3 : Auto déclenchement secondaire à une fuite en VS-AI-PEP



Pression (cmH<sub>2</sub>O)

Débit (l/min)

Volume (ml)

Edi (µV)

# **Comparaison des asynchronies patient-ventilateur au cours de la ventilation non invasive prophylactique en réanimation : VSAI-PEP versus NAVA**

## **Résumé**

**Introduction :** En réanimation certains patients définis « à risque d'échec d'extubation » vont bénéficier de VNI prophylactique post extubation. De nouveaux modes ventilatoires à assistance proportionnelle comme la NAVA ont montré leur intérêt pour diminuer les asynchronies patient-respirateur aussi bien en ventilation invasive qu'en ventilation non invasive.. Notre étude s'est intéressée aux asynchronies patient-respirateur en VNI prophylactique chez le patient à risque d'échec d'extubation, avec pour objectif de mettre en évidence une diminution du nombre d'asynchronies en mode NAVA par rapport au mode VS-AI-PEP de 20%.

**Matériel et Méthodes :** Pour être inclus les patients devaient bénéficier de VNI prophylactique post extubation après avoir bénéficié d'une ventilation invasive en NAVA. Nous avons enregistré, de façon aléatoire, pour un même patient, une heure de ventilation non invasive en aide inspiratoire et une heure en NAVA. Les courbes de pression, de débit, de volume et du signal diaphragmatique ont été analysées sur des périodes de huit fois une minute pour chaque mode. Les macro-asynchronies (effort inefficace, double déclenchement et auto déclenchement) et les micro-asynchronies (retard inspiratoire, cyclage précoce et cyclage tardif) ont été recherchées.

**Résultats :** Sur 64 patients analysés, on constate une diminution de l'index d'asynchronie totale de 41,5% en VNI VS-AI-PEP à 3% en VNI-NAVA ( $p < 0,0001$ ). Ce résultat porte sur une diminution de l'index de macro-asynchronie 1,8% vs 0% ( $p < 0,0001$ ) et surtout l'index de micro-asynchronie 19,9% versus 1,5% ( $p < 0,0001$ ) respectivement en VNI VS-AI-PEP et NAVA.

**Conclusion :** La NAVA est un mode de ventilation intéressant pour la ventilation non invasive prophylactique pour une population à risque d'échec d'extubation en diminuant les asynchronies patient ventilateur.

**Mots clés :** interaction patient-ventilateur, asynchronies patient-ventilateur, Neurally adjusted ventilatory assist, Ventilation spontanée avec aide inspiratoire, ventilation non invasive prophylactique

**Directeur de Thèse :** Dr Laure CROGNIER

## **Comparaison des asynchronies patient-ventilateur au cours de la ventilation non invasive prophylactique en réanimation : VSAI-PEP versus NAVA**

---

### **RESUME EN FRANÇAIS :**

**Objectif :** Evaluer les asynchronies patient-respirateur en VNI prophylactique pour une population à risque d'échec d'extubation en mode NAVA par rapport au mode VS-AI-PEP.

**Matériel et Méthodes :** Pour être inclus les patients devaient bénéficier de VNI prophylactique post extubation après avoir nécessité une ventilation invasive en NAVA. Nous avons enregistré aléatoirement une heure de ventilation non invasive en aide inspiratoire et une heure en NAVA. Les courbes de pression, de débit, de volume et du signal diaphragmatique ont été analysées sur des périodes du huit fois une minute pour chaque mode. Les macro-asynchronies (effort inefficace, double déclenchement et auto déclenchement) et les micro-asynchronies (retard inspiratoire, cyclage précoce et cyclage tardif) ont été recherchées.

**Résultats :** Sur 64 patients analysés, on constate une diminution de l'index d'asynchronie totale de 41,5% à 3% ( $p < 0,0001$ ) en VNI VS-AI-PEP comparée à la VNI NAVA. Ce résultat porte sur la diminution de l'index de macro-asynchronie 1,8% vs 0% ( $p < 0,0001$ ) et l'index de micro-asynchronie 19,9% versus 1,5% ( $p < 0,0001$ ) respectivement en VNI VS-AI-PEP et VNI NAVA.

**Conclusion :** La NAVA est un mode de ventilation intéressant pour la ventilation non invasive prophylactique pour une population à risque d'échec d'extubation en diminuant les asynchronies patient ventilateur.

---

**TITRE EN ANGLAIS :** Neurally adjusted ventilatory assist (NAVA) versus pressure support ventilation (PSV) : patient-ventilator asynchrony during prophylactic non-invasive ventilation delivered by a face mask.

---

**DISCIPLINE ADMINISTRATIVE :** Médecine spécialisée clinique

---

**MOTS-CLÉS :** interaction patient-ventilateur, asynchronies patient-ventilateur, Neurally adjusted ventilatory assist, ventilation spontanée avec aide inspiratoire, ventilation non invasive prophylactique

---

**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

---

**Directeur de thèse :** Dr Laure CROGNIER