



**HAL**  
open science

## Ventilation non invasive : expérience clinique sur 8 ans dans un service de réanimation médicale

Marion Fresco

► **To cite this version:**

Marion Fresco. Ventilation non invasive : expérience clinique sur 8 ans dans un service de réanimation médicale. Médecine humaine et pathologie. 2015. dumas-01228410

**HAL Id: dumas-01228410**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01228410>**

Submitted on 13 Nov 2015

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

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

**FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE ROUEN**

**Année 2015**

**N°**

**THESE POUR LE  
DOCTORAT EN MEDECINE**

**(Diplôme d'état)**

Par

**Marion FRESCO**

Née le 1<sup>er</sup> Février 1986 à la Garenne-Colombes

Présentée et soutenue publiquement le 05 octobre 2015

**Ventilation non invasive :  
Expérience clinique sur 8 ans dans un  
service de réanimation médicale.**

**Président du jury :**

**Professeur Bertrand DUREUIL**

**Directeur de thèse :**

**Docteur Christophe GIRAULT**

**Membres du jury:**

**Professeur Fabienne TAMION**

**Professeur Benoit VEBER**

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2014 - 2015**  
**U.F.R. DE MEDECINE ET DE-PHARMACIE DE ROUEN**

-----

DOYEN : **Professeur Pierre FREGER**

ASSESEURS : **Professeur Michel GUERBET**  
**Professeur Benoît VEBER**  
**Professeur Pascal JOLY**  
**Professeur Stéphane MARRET**

<b>I - MEDECINE</b>
---------------------

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS**

Mr Frédéric <b>ANSELME</b>	HCN	Cardiologie
Mme Isabelle <b>AUQUIT AUCKBUR</b>	HCN	Chirurgie plastique
Mr Bruno <b>BACHY</b> ( <i>surnombre</i> )	HCN	Chirurgie pédiatrique
Mr Fabrice <b>BAUER</b>	HCN	Cardiologie
Mme Soumeya <b>BEKRI</b>	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Jacques <b>BENICHOU</b>	HCN	Bio statistiques et informatique médicale
Mr Jean-Paul <b>BESSOU</b>	HCN	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
Mme Françoise <b>BEURET-BLANQUART</b> ( <i>surnombre</i> )	HCN	Commission E.P.P. D.P.C. Pôle Qualité
Mr Guy <b>BONMARCHAND</b> ( <i>surnombre</i> )	HCN	Réanimation médicale
Mr Olivier <b>BOYER</b>	UFR	Immunologie
Mr Jean-François <b>CAILLARD</b> ( <i>surnombre</i> )	HCN	Médecine et santé au travail
Mr François <b>CARON</b>	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
Mr Philippe <b>CHASSAGNE</b>	HCN	Médecine interne (gériatrie)
Mr Vincent <b>COMPERE</b>	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mr Antoine <b>CUVELIER</b>	HB	Pneumologie
Mr Pierre <b>CZERNICHOW</b>	HCH	Epidémiologie, économie de la santé
Mr Jean-Nicolas <b>DACHER</b>	HCN	Radiologie et imagerie médicale
Mr Stéfan <b>DARMONI</b>	HCN	Informatique médicale et techniques de communication
Mr Pierre <b>DECHELOTTE</b>	HCN	Nutrition
Mme Danièle <b>DEHESDIN</b> ( <i>surnombre</i> )	HCN	Oto-rhino-laryngologie

Mr Frédéric <b>DI FIORE</b>	CB	Cancérologie
Mr Fabien <b>DOGUET</b>	HCN	Chirurgie Cardio Vasculaire
Mr Jean <b>DOUCET</b>	SJ	Thérapeutique - Médecine interne et gériatrie
Mr Bernard <b>DUBRAY</b>	CB	Radiothérapie
Mr Philippe <b>DUCROTTE</b>	HCN	Hépto-gastro-entérologie
Mr Frank <b>DUJARDIN</b>	HCN	Chirurgie orthopédique - Traumatologique
Mr Fabrice <b>DUPARC</b>	HCN	Anatomie - Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mr Eric <b>DURAND</b>	HCN	Cardiologie
Mr Bertrand <b>DUREUIL</b>	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mme Hélène <b>ELTCHANINOFF</b>	HCN	Cardiologie
Mr Thierry <b>FREBOURG</b>	UFR	Génétique
Mr Pierre <b>FREGER</b>	HCN	Anatomie - Neurochirurgie
Mr Jean François <b>GEHANNO</b>	HCN	Médecine et santé au travail
Mr Emmanuel <b>GERARDIN</b>	HCN	Imagerie médicale
Mme Priscille <b>GERARDIN</b>	HCN	Pédopsychiatrie
Mr Michel <b>GODIN</b> ( <i>surnombre</i> )	HB	Néphrologie
M. Guillaume <b>GOURCEROL</b>	HCN	Physiologie
Mr Philippe <b>GRISE</b> ( <i>surnombre</i> )	HCN	Urologie
Mr Olivier <b>GUILLIN</b>	HCN	Psychiatrie Adultes
Mr Didier <b>HANNEQUIN</b>	HCN	Neurologie
Mr Fabrice <b>JARDIN</b>	CB	Hématologie
Mr Luc-Marie <b>JOLY</b>	HCN	Médecine d'urgence
Mr Pascal <b>JOLY</b>	HCN	Dermato - Vénérologie
Mme Annie <b>LAQUERRIERE</b>	HCN	Anatomie et cytologie pathologiques
Mr Vincent <b>LAUDENBACH</b>	HCN	Anesthésie et réanimation chirurgicale
Mr Xavier <b>LE LOET</b>	HCN	Rhumatologie
Mr Joël <b>LECHEVALLIER</b>	HCN	Chirurgie infantile
Mr Hervé <b>LEFEBVRE</b>	HB	Endocrinologie et maladies métaboliques
Mr Thierry <b>LEQUERRE</b>	HB	Rhumatologie
Mr Eric <b>LEREBOURS</b>	HCN	Nutrition
Mme Anne-Marie <b>LEROI</b>	HCN	Physiologie
Mr Hervé <b>LEVESQUE</b>	HB	Médecine interne
Mme Agnès <b>LIARD-ZMUDA</b>	HCN	Chirurgie Infantile
Mr Pierre Yves <b>LITZLER</b>	HCN	Chirurgie cardiaque
Mr Bertrand <b>MACE</b>	HCN	Histologie, embryologie, cytogénétique
M. David <b>MALTETE</b>	HCN	Neurologie
Mr Christophe <b>MARGUET</b>	HCN	Pédiatrie
Mme Isabelle <b>MARIE</b>	HB	Médecine interne
Mr Jean-Paul <b>MARIE</b>	HCN	Oto-rhino-laryngologie

Mr Loïc <b>MARPEAU</b>	HCN	Gynécologie - Obstétrique
Mr Stéphane <b>MARRET</b>	HCN	Pédiatrie
Mme Véronique <b>MERLE</b>	HCN	Epidémiologie
Mr Pierre <b>MICHEL</b>	HCN	Hépatogastro-entérologie
Mr Bruno <b>MIHOUT</b> ( <i>surnombre</i> )	HCN	Neurologie
Mr Jean-François <b>MUIR</b>	HB	Pneumologie
Mr Marc <b>MURAINÉ</b>	HCN	Ophtalmologie
Mr Philippe <b>MUSETTE</b>	HCN	Dermatologie - Vénérologie
Mr Christophe <b>PEILLON</b>	HCN	Chirurgie générale
Mr Jean-Marc <b>PERON</b> ( <i>surnombre</i> )	HCN	Stomatologie et chirurgie maxillo-faciale
Mr Christian <b>PFISTER</b>	HCN	Urologie
Mr Jean-Christophe <b>PLANTIER</b>	HCN	Bactériologie - Virologie
Mr Didier <b>PLISSONNIER</b>	HCN	Chirurgie vasculaire
Mr Bernard <b>PROUST</b>	HCN	Médecine légale
Mr François <b>PROUST</b>	HCN	Neurochirurgie
Mme Nathalie <b>RIVES</b>	HCN	Biologie du développement et de la reproduction
Mr Jean-Christophe <b>RICHARD</b> ( <i>détachement</i> )	HCN	Réanimation médicale - Médecine d'urgence
Mr Horace <b>ROMAN</b>	HCN	Gynécologie - Obstétrique
Mr Jean-Christophe <b>SABOURIN</b>	HCN	Anatomie - Pathologie
Mr Guillaume <b>SAVOYE</b>	HCN	Hépatogastrologie
Mme Céline <b>SAVOYE-COLLET</b>	HCN	Imagerie médicale
Mme Pascale <b>SCHNEIDER</b>	HCN	Pédiatrie
Mr Michel <b>SCOTTE</b>	HCN	Chirurgie digestive
Mme Fabienne <b>TAMION</b>	HCN	Thérapeutique
Mr Luc <b>THIBERVILLE</b>	HCN	Pneumologie
Mr Christian <b>THUILLEZ</b>	HB	Pharmacologie
Mr Hervé <b>TILLY</b>	CB	Hématologie et transfusion
Mr Jean-Jacques <b>TUECH</b>	HCN	Chirurgie digestive
Mr Jean-Pierre <b>VANNIER</b>	HCN	Pédiatrie génétique
Mr Benoît <b>VEBER</b>	HCN	Anesthésiologie - Réanimation chirurgicale
Mr Pierre <b>VERA</b>	CB	Biophysique et traitement de l'image
Mr Eric <b>VERIN</b>	CRMPR	Médecine physique et de réadaptation
Mr Eric <b>VERSPYCK</b>	HCN	Gynécologie obstétrique
Mr Olivier <b>VITTECOQ</b>	HB	Rhumatologie
Mr Jacques <b>WEBER</b>	HCN	Physiologie

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme Noëlle <b>BARBIER-FREBOURG</b>	HCN	Bactériologie – Virologie
Mr Jeremy <b>BELLIEN</b>	HCN	Pharmacologie
Mme Carole <b>BRASSE LAGNEL</b>	HCN	Biochimie
Mme Valérie <b>BRIDOUX HUYBRECHTS</b>	HCN	Chirurgie Vasculaire
Mr Gérard <b>BUCHONNET</b>	HCN	Hématologie
Mme Mireille <b>CASTANET</b>	HCN	Pédiatrie
Mme Nathalie <b>CHASTAN</b>	HCN	Physiologie
Mme Sophie <b>CLAEYSSENS</b>	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Moïse <b>COEFFIER</b>	HCN	Nutrition
Mr Stéphanie <b>DERREY</b>	HCN	Neurochirurgie
Mr Manuel <b>ETIENNE</b>	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
Mr Serge <b>JACQUOT</b>	UFR	Immunologie
Mr Joël <b>LADNER</b>	HCN	Epidémiologie, économie de la santé
Mr Jean-Baptiste <b>LATOUCHE</b>	UFR	Biologie cellulaire
Mr Thomas <b>MOUREZ</b>	HCN	Bactériologie
Mr Jean-François <b>MENARD</b>	HCN	Biophysique
Mme Muriel <b>QUILLARD</b>	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Vincent <b>RICHARD</b>	UFR	Pharmacologie
Mr Mathieu <b>SALAUN</b>	HCN	Pneumologie
Mme Pascale <b>SAUGIER-VEBER</b>	HCN	Génétique
Mme Anne-Claire <b>TOBENAS-DUJARDIN</b>	HCN	Anatomie
Mr Olivier <b>TROST</b>	HCN	Chirurgie Maxillo Faciale

## PROFESSEUR AGREGÉ OU CERTIFIÉ

Mme Dominique <b>LANIEZ</b>	UFR	Anglais
Mr Thierry <b>WABLE</b>	UFR	Communication

## II - PHARMACIE

### PROFESSEURS

Mr Thierry <b>BESSON</b>	Chimie Thérapeutique
Mr Jean-Jacques <b>BONNET</b>	Pharmacologie
Mr Roland <b>CAPRON</b> (PU-PH)	Biophysique
Mr Jean <b>COSTENTIN</b> (Professeur émérite)	Pharmacologie
Mme Isabelle <b>DUBUS</b>	Biochimie
Mr Loïc <b>FAVENNEC</b> (PU-PH)	Parasitologie
Mr Jean Pierre <b>GOULLE</b>	Toxicologie
Mr Michel <b>GUERBET</b>	Toxicologie
Mme Isabelle <b>LEROUX - NICOLLET</b>	Physiologie
Mme Christelle <b>MONTEIL</b>	Toxicologie
Mme Martine <b>PESTEL-CARON</b> (PU-PH)	Microbiologie
Mme Elisabeth <b>SEGUIN</b>	Pharmacognosie
Mr Rémi <b>VARIN</b> (PU-PH)	Pharmacie clinique
Mr Jean-Marie <b>VAUGEOIS</b>	Pharmacologie
Mr Philippe <b>VERITE</b>	Chimie analytique

### MAITRES DE CONFERENCES

Mme Cécile <b>BARBOT</b>	Chimie Générale et Minérale
Mme Dominique <b>BOUCHER</b>	Pharmacologie
Mr Frédéric <b>BOUNOURE</b>	Pharmacie Galénique
Mr Abdeslam <b>CHAGRAOUI</b>	Physiologie
Mr Jean <b>CHASTANG</b>	Biomathématiques
Mme Marie Catherine <b>CONCE-CHEMTOB</b>	Législation pharmaceutique et économie de la santé
Mme Elizabeth <b>CHOSSON</b>	Botanique
Mme Cécile <b>CORBIERE</b>	Biochimie
Mr Eric <b>DITTMAR</b>	Biophysique
Mme Nathalie <b>DOURMAP</b>	Pharmacologie
Mme Isabelle <b>DUBUC</b>	Pharmacologie
Mr Abdelhakim <b>ELOMRI</b>	Pharmacognosie
Mr François <b>ESTOUR</b>	Chimie Organique
Mr Gilles <b>GARGALA</b> (MCU-PH)	Parasitologie
Mme Najla <b>GHARBI</b>	Chimie analytique

Mme Marie-Laure <b>GROULT</b>	Botanique
Mr Hervé <b>HUE</b>	Biophysique et mathématiques
Mme Laetitia <b>LE GOFF</b>	Parasitologie - Immunologie
Mme Hong <b>LU</b>	Biologie
Mme Sabine <b>MENAGER</b>	Chimie organique
Mr Mohamed <b>SKIBA</b>	Pharmacie galénique
Mme Malika <b>SKIBA</b>	Pharmacie galénique
Mme Christine <b>THARASSE</b>	Chimie thérapeutique
Mr Frédéric <b>ZIEGLER</b>	Biochimie

**PROFESSEURS ASSOCIES**

Mme Cécile <b>GUERARD-DETUNCQ</b>	Pharmacie officinale
Mr Jean-François <b>HOUIVET</b>	Pharmacie officinale

**PROFESSEUR CERTIFIE**

Mme Mathilde <b>GUERIN</b>	Anglais
----------------------------	---------

**ASSISTANT HOSPITALO-UNIVERSITAIRE**

Mr Jérémie <b>MARTINET</b>	Immunologie
----------------------------	-------------

**ATTACHES TEMPORAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE**

Mr Romy <b>RAZAKANDRAINIBE</b>	Parasitologie
Mr François <b>HALLOUARD</b>	Galénique



**LISTE DES RESPONSABLES DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES**

Mme Cécile <b>BARBOT</b>	Chimie Générale et minérale
Mr Thierry <b>BESSON</b>	Chimie thérapeutique
Mr Roland <b>CAPRON</b>	Biophysique
Mr Jean <b>CHASTANG</b>	Mathématiques
Mme Marie-Catherine <b>CONCE-CHEMTOB</b>	Législation et économie de la santé
Mme Elisabeth <b>CHOSSON</b>	Botanique
Mr Jean-Jacques <b>BONNET</b>	Pharmacodynamie
Mme Isabelle <b>DUBUS</b>	Biochimie
Mr Loïc <b>FAVENNEC</b>	Parasitologie
Mr Michel <b>GUERBET</b>	Toxicologie
Mr François <b>ESTOUR</b>	Chimie organique
Mme Isabelle <b>LEROUX-NICOLLET</b>	Physiologie
Mme Martine <b>PESTEL-CARON</b>	Microbiologie
Mme Elisabeth <b>SEGUIN</b>	Pharmacognosie
Mr Mohamed <b>SKIBA</b>	Pharmacie galénique
Mr Philippe <b>VERITE</b>	Chimie analytique

### III – MEDECINE GENERALE

#### PROFESSEUR

Mr Jean-Loup **HERMIL** UFR Médecine générale

#### PROFESSEURS ASSOCIES A MI-TEMPS

Mr Emmanuel **LEFEBVRE** UFR Médecine Générale

Mr Alain **MERCIER** UFR Médecine générale

Mr Philippe **NGUYEN THANH** UFR Médecine générale

#### MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS

Mr Pascal **BOULET** UFR Médecine générale

Mme Elisabeth **MAUVIARD** UFR Médecine générale

Mme Yveline **SEVRIN** UFR Médecine générale

Mme Marie Thérèse **THUEUX** UFR Médecine générale

## ENSEIGNANTS MONO-APPARTENANTS

### PROFESSEURS

Mr Serguei <b>FETISSOV</b> (med)	Physiologie (ADEN)
Mr Paul <b>MULDER</b> (phar)	Sciences du Médicament
Mme Su <b>RUAN</b> (med)	Génie Informatique

### MAITRES DE CONFERENCES

Mr Sahil <b>ADRIOUCH</b> (med)	Biochimie et biologie moléculaire (Unité Inserm 905)
Mme Gaëlle <b>BOUGEARD-DENOYELLE</b> (med)	Biochimie et biologie moléculaire (UMR 1079)
Mme Carine <b>CLEREN</b> (phar)	Neurosciences (Néovasc)
Mme Pascaline <b>GAILDRAT</b> (phar)	Génétique moléculaire humaine (UMR 1079)
Mr Nicolas <b>GUEROUT</b> (phar)	Neurophysiologie
Mr Antoine <b>OUVRARD-PASCAUD</b> (med)	Physiologie (Unité Inserm 1076)
Mr Frédéric <b>PASQUET</b>	Sciences du langage, orthophonie
Mme Isabelle <b>TOURNIER</b> (phar)	Biochimie (UMR 1079)

**CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS** : Mme Véronique **DELAFONTAINE**

**HCN** - *Hôpital Charles Nicolle*

**HB** - *Hôpital de BOIS GUILLAUME*

**CB** - *Centre Henri Becquerel*

**CHS** - *Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray*

**CRMPR** - *Centre Régional de Médecine Physique et de Réadaptation*    **SJ** – *Saint Julien Rouen*

*Par délibération en date du 3 mars 1967, la faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.*

# REMERCIEMENTS

*A mon jury de thèse,*

**A Monsieur le Professeur Bertrand Dureuil** qui me fait l'honneur de présider ce jury, pour ses compétences, sa disponibilité et la qualité de son encadrement.

**A Madame le Professeur Fabienne Tamion**, pour la richesse de son enseignement, sa bonne humeur et sa gentillesse.

**A Monsieur le Professeur Benoît Veber**, pour la confiance qu'il m'a accordé, pour sa bienveillance, ses conseils et le soutien qu'il a apporté à mes projets.

**A Monsieur le Docteur Christophe Girault**, pour son excellent sens clinique et sa rigueur, pour sa bienveillance, sa patience et son soutien tout au long de ce travail. Merci de m'avoir accordé la chance de travailler à tes côtés.

*A ma famille,*

**A ma mère**, pour son amour sans condition et son sens du sacrifice. C'est en grande partie à toi que je dois cette réussite. Promets moi d'apprendre à être un peu égoïste.

**A mon père**, qui m'a toujours soutenue, encouragée, qui m'a relevée quand j'ai trébuché, et que je sais chaque jour si fier de nous quatre. Merci d'y avoir cru plus que moi-même.

**A Christine**, son moussaillon préféré.

**A Mathieu, Mathilde, Maxime**, mes frères et sœurs, mes meilleurs souvenirs, que j'aime plus que tout, envers et contre tout.

**A Papi**, qui attend ça depuis tellement d'années, merci de nous avoir transmis ta force et ton goût du labeur, merci de tenir bon par amour pour nous.

**A Malou**, qui doit applaudir et hurler de là-haut. Je te l'avais promis, j'y suis enfin arrivée.

**A Martine**, la tête dure mais le cœur tendre. Merci de prendre tellement soin d'eux, de nous, de tous.

**A Elsa**, pour nos angoisses partagées, nos discussions et tes conseils avisés.

**A Igor**, pour avoir su la rassurer et l'épauler.

*A mes amis,*

**A Elise et Laurine**, mes pioutes, et à **François**, qui résiste encore et toujours à l'invasion des greluches. Merci d'avoir été là en toutes circonstances, dans les meilleurs, comme les pires moments. Merci de votre soutien infailible, merci de m'accepter telle que je suis. J'ai une chance énorme de vous avoir.

**A Julie**, ma Julietta, de m'avoir suivie dans mes délires, à ses risques et périls. Merci pour ta générosité, pour tous ces moments partagés et nos confidences. Je te souhaite que l'avenir soit plus doux que les mois passés.

**A Sarah**, la plus grande emmerdeuse qu'il m'ait été donné de rencontrer, pour nos longues discussions, nos brunchs et nos randonnées. Merci de m'avoir fait de prendre ce fameux covoiturage. Merci enfin et surtout pour ton immense générosité.

**A Benoît**, mon ex-coloc' et l'une de mes plus belles rencontres rouennaises, pour sa gentillesse, sa patience et les compromis dont il a su faire preuve. J'ai énormément appris et grandi à tes côtés.

Merci à Amandine, de le rendre heureux et de prendre soin de lui. A très vite, lors de vos weekends nantais.

**A Manon**, une amitié construite en douceur mais riche en intensité, pour nos apéros improvisés et nos bavardages interminables, quitte à finir gelées. Je te souhaite une belle expérience lyonnaise, et espère trinquer bientôt avec toi en bord de Loire.

**A Amandine**, super-maman et super-couquine, pour toutes les surprises que la vie nous a réservé. La distance ne saurait nous éloigner.

**A Aline**, mon rayon de soleil, pour tes précieux conseils, pour tous les bons moments partagés et ceux à venir.

**A Vincent**, d'être présent depuis tant d'années.

**A Chacha**, qui aurait dû être là pour vivre ce moment et tellement d'autres. Pas une semaine ne passe sans que je pense à toi et au médecin de talent que tu serais devenue. A mon amitié la plus forte, à ma douleur la plus vive...

## Aux copains rouennais,

**A Edouard, Emilie V., Sophie, Vaness', Cricri, Bredzel, Julie, Hélène, Emilie D.** et les autres, (« Hé, hé, hé, salut Les Cons ! »), pour m'avoir adoptée même si je n'étais qu'une pièce rapportée, pour les vacances géniales et les (trop ?) nombreuses soirées.

**A Alex Grognu**, le gentleman anesthésiste, pour avoir supporté nos conversations entre nanas, pour ta franchise et ton intégrité.

**A Lauranne**, avec qui j'ai tant partagé. Dommage que la vie nous ait éloignées. Merci pour tout et plus encore.

**A Gioia**, pour son idée brillante qui m'a épargnée une overdose de patients.

**Aux DESAR rouennais**, jeunes et moins jeunes, à Elsa, Mikha, Anne-Claire, Pauline, Antoine, Vio, Steph, Guillaume, Cédric, et les autres, qui ont contribué à rendre ces 5 années en Normandie encore plus belles.

**A Berge**, qui a mis mes nerfs à rude épreuve. Merci pour ces statistiques salvatrices et le suspense insoutenable qui les a précédé. « Mieux vaut tard que jamais. » ;)

*A mes co-internes amiénois*, avec qui j'ai partagé tant de fous rires et de soirées. Merci de m'avoir accueillie sans préjugé.

## A mes collègues et confrères,

**Au Docteur Gaëlle Pfister**, pour avoir encadré mon travail de mémoire, pour sa compréhension, sa patience et son extrême gentillesse. Merci d'être un modèle de rigueur et d'empathie au lit du patient. L'exercice de la médecine à tes côtés a été riche d'enseignements.

**A l'équipe de Réanimation de Chirurgie Cardiaque du CHU de Rouen**, pour ce semestre riche en émotions, et plus particulièrement :

Au Docteur François Brossard, pour m'avoir soutenue et encouragée, m'avoir fait rire et râler, pour m'avoir supportée. Merci d'avoir fait preuve d'autant de tendresse à mon égard. Je ne sais comment te signifier combien tu m'as appris.

Au Docteur Caroline Abriou, pour son accueil, son coaching, ses encouragements et sa gentillesse, pour les potins et les fous rires.

Les 1077 patients n'auraient jamais été inclus sans votre aide à tous les deux...

A Zabeth (la maman poule), à Schéché (mon « gros » préféré), à Lili, Etienne, Victor, Roland, Hugues, Mohammed Ali, Jean, Véro,

A l'équipe paramédicale qui m'a guidée lors de mes premiers pas « comme une grande », qui a accepté que je bouscule les habitudes et les protocoles.

**A l'équipe d'urodig'**, à Maamar, Yannick, Fabienne, Greg, Christelle, Vincent, Antoine, Edouard, Meddy, Audrey et Jean, aux IADEs et à l'équipe de SSPI. Merci de m'avoir fait redécouvrir l'anesthésie (le tout, dans la bonne humeur), d'avoir pallié à mes appréhensions et d'avoir toléré mes lacunes. Merci pour vos conseils, votre accompagnement et votre gentillesse à tous.

**A l'équipe du SAMU 76 – SMUR de Rouen**, merci pour les moments heureux et ceux plus durs à surmonter, à domicile, sur la route ou dans les fossés. Vous faites un métier incroyable et vous le faites avec passion. Votre carapace n'est pas simple à percer, mais merci infiniment de m'y avoir laissé une place. Je suis fière d'avoir avancé à vos côtés.

**A la Réanimation Chirurgicale d'Amiens, ex-Réanimation Polyvalente**, qui m'a fait découvrir la chaleur des picards. Merci pour ce semestre inoubliable.

**Au Docteur Jean-François Mangez**, que je n'arriverai décidément jamais à tutoyer mais avec qui j'ai tant aimé travailler. Merci pour votre gentillesse et pour tout ce que j'ai appris grâce à vous.

*Au clan des rouquines*, qui m'ont accueillie les bras ouverts,

**A Lylian**, qui a accepté de me prêter son fils,

**A Marie**, pour tous nos apéros rouennais passés,

**A Peg**, pour tous les apéros nantais à venir.

*A Thomas*,

Merci de m'aimer inconditionnellement, de mettre de l'exceptionnel chaque jour dans ma vie, de me soutenir, de me faire rire, de me rendre tellement heureuse. Chaque femme devrait avoir autant de chance que moi. A tous nos projets réalisés, et à tous ceux à venir...

*"Hâte-toi de bien vivre et songe que chaque jour est à lui seul une vie."*

*Sénèque*

# TABLE DES MATIERES

<b>I. INTRODUCTION - GENERALITES .....</b>	<b>16</b>
<b>II. MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>21</b>
II. 1. SCHEMA ET LIEU DE L'ETUDE.....	21
II. 2. POPULATION ETUDIEE.....	22
II. 2. 1) <i>Eligibilité</i> .....	22
II. 2. 2) <i>Définition de la population retenue</i> .....	23
II. 3. CRITERES D'EVALUATION.....	25
II. 4. RECUEIL DES DONNEES.....	25
II. 5. ANALYSE STATISTIQUE .....	27
<b>III. RESULTATS .....</b>	<b>28</b>
III. 1. ANALYSE DESCRIPTIVE.....	28
III. 1. 1) <i>Modalités d'assistance respiratoire</i> .....	28
III. 1. 2) <i>Caractéristiques de la population</i> .....	29
III. 1. 3) <i>Indications de la VNI</i> .....	30
III. 1. 4) <i>Evolution de l'incidence d'utilisation de la VNI</i> .....	31
III. 2. EFFICACITE DE LA VNI EN FONCTION DE L'INDICATION .....	32
III. 3. FACTEURS PREDICTIFS D'ECHEC DE LA VNI.....	34
III. 3. 1) <i>Ensemble de la population</i> .....	34
III. 3. 2) <i>Facteurs prédictifs d'échec selon l'indication de la VNI</i> .....	36
<b>IV. DISCUSSION .....</b>	<b>38</b>
IV. 1. CONDITIONS D'APPLICATION DE LA VNI.....	38
IV. 2. INDICATIONS DE LA VNI ET EFFICACITE CLINIQUE .....	41
IV. 2. 1) <i>VNI et IRA hypercapnique</i> .....	42
IV. 2. 2) <i>VNI et IRA hypoxémique</i> .....	43
IV. 2. 3) <i>VNI post-extubation</i> .....	44
IV. 2. 4) <i>Efficacité clinique de la VNI</i> .....	45
IV. 3. FACTEURS PREDICTIFS DE REPONSE A LA VNI .....	47
<b>V. CONCLUSION.....</b>	<b>49</b>



# I. INTRODUCTION - GENERALITES

La ventilation mécanique (VM) non invasive (VNI) regroupe l'ensemble des techniques d'assistance respiratoire n'ayant pas d'accès aux voies aériennes inférieures par l'intermédiaire d'une sonde d'intubation endotrachéale ou d'une trachéotomie (1).

Son ancêtre, le « poumon d'acier », VNI dite en pression négative, inventé au début du XXème siècle, a connu son essor au cours de l'épidémie de poliomyélite de 1952 (Figure 1).

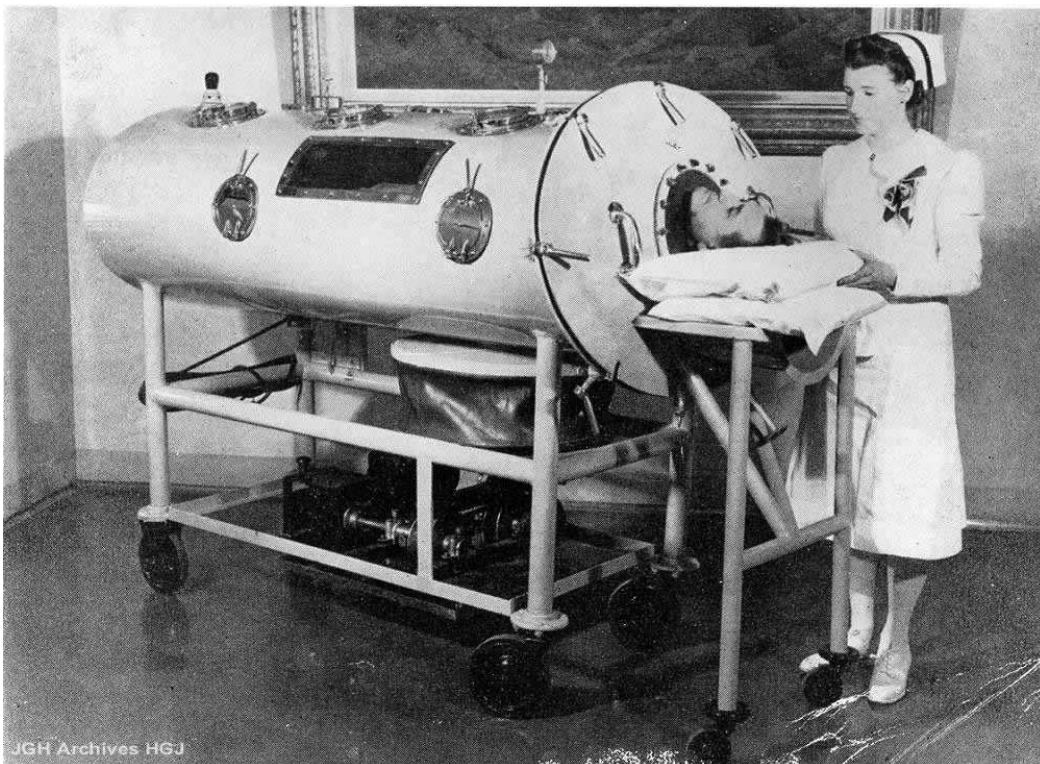


Figure 1. Infirmière auprès d'un patient placé dans un poumon d'acier, 1938. (Fonds de l'Hôpital général juif, Montréal, Québec).

Le nombre insuffisant de ces machines a conduit au développement de nouvelles techniques de suppléance respiratoire dites invasives, en pression positive, d'abord sur canule de trachéotomie, puis plus tard sur sonde d'intubation endo-trachéale. L'épidémie de poliomyélite a ainsi largement contribué à l'émergence de la réanimation moderne, avec la

création du premier service de réanimation neuro-respiratoire en 1954, à l'Hôpital Claude Bernard, à Paris (2).

Les complications liées à la VM invasive (infection, traumatisme laryngo-trachéal, inconfort, sédation, communication difficile...) ont cependant conduit les cliniciens à reconsidérer par la suite les techniques non-invasives. La VNI en pression positive, utilisant un masque (nasal puis naso-buccal ou facial (Figure 2)) comme interface, s'est ainsi progressivement développée à partir des années 1980 (3).



Figure 2. Exemples d'interfaces de VNI : masque facial, masque nasal, masque facial intégral, casque.

D'abord destinée à la prise en charge à domicile des patients en insuffisance respiratoire chronique (IRC) terminale (4), les indications de la VNI se sont ensuite élargies à la prise en charge de l'insuffisance respiratoire aiguë (IRA) à compter des années 1990, notamment au cours des décompensations aiguës des patients porteurs de broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) (5,6).

Outre son bénéfice clinique potentiel, la VNI présente de nombreux avantages, comme celui de diminuer l'incidence des complications infectieuses liées à la VM invasive (VI), principalement les pneumopathies nosocomiales, responsables d'une aggravation de la morbi-mortalité (7-9). Par son application discontinuë, la VNI permet également d'améliorer le confort et la communication avec le patient, d'autoriser la toux physiologique, l'alimentation et la prise de médicaments par voie orale. Elle évite ou diminue la consommation de sédatifs

et évite les traumatismes laryngo-trachéaux associés à l'intubation endotrachéale ou à la trachéotomie.

Les fuites aériennes autour du masque représentent la principale complication technique de la VNI, mais les risques de lésions cutanées (rougeurs, érosions, ulcérations), de complications ORL (conjonctivites, sinusites), de distension gastro-intestinale, voire de pneumothorax ne sont pas négligeables.

Cette stratégie ventilatoire non invasive n'est pas simple à mettre en œuvre. Elle nécessite une bonne coopération du patient, un apprentissage et une expertise des équipes (10) et peut s'avérer chronophage à la phase initiale (11). Si le principal risque de la VNI reste avant tout de retarder indûment le recours à l'intubation pour une situation donnée, l'expertise acquise par l'équipe médicale et paramédicale constitue l'un des principaux garants du succès de cette technique (12,13).

Actuellement, la VNI constitue une alternative efficace à l'intubation, bien démontrée dans la prise en charge des IRA par décompensation d'IRC, en particulier chez le patient BPCO (5,6), ainsi que dans la prise en charge des œdèmes aigus du poumon (OAP) cardiogéniques (14,15). Ces dernières années, son utilisation a été élargie à l'IRA hypoxémique (16,17), notamment chez l'immunodéprimé (18,19), en post-opératoire de chirurgie thoracique ou abdominale (20-25), chez le traumatisé thoracique fermé (26-28), chez le patient refusant l'intubation (29,30) ou en contexte de soins palliatifs (31), en prévention de l'IRA post-extubation (32) ou encore dans le cadre du sevrage de la VM invasive (33,34).

La VNI a également été utilisée pour réaliser des gestes invasifs telles que la fibroscopie bronchique chez des patients hypoxémiques (35,36), ou la pré-oxygénation avant intubation pour IRA (37,38).

Depuis une quinzaine d'années, le recours à la VNI au cours de l'IRA repose principalement sur les recommandations de la conférence de consensus internationale de 2001 (13), et en France, sur celles de la conférence de consensus commune SFAR-SPLF-SRLF de 2006 (39) reportées dans le Tableau I.

Niveaux de recommandation pour les indications de la VNI	
Intérêt certain Il faut faire (G1+)	Décompensation de BPCO OAP cardiogénique
Intérêt non établi de façon certaine Il faut probablement faire (G2+)	IRA hypoxémique de l'immunodéprimé Post-opératoire de chirurgie thoracique et abdominale Stratégie de sevrage de la ventilation invasive chez les BPCO Prévention d'une IRA post-extubation Traumatisme thoracique fermé isolé Décompensation de maladies neuromusculaires chroniques et autres IRC restrictives Mucoviscidose décompensée Forme apnéisante de la bronchiolite aiguë Laryngo-trachéomalacie Fibroscopie bronchique chez les patients hypoxémiques Pré-oxygénation avant intubation pour IRA Chez des patients pour lesquels la ventilation invasive n'est pas envisagée en raison du refus du patient ou de son mauvais pronostic
Aucun avantage démontré Il ne faut probablement pas faire (G2-)	Pneumopathie hypoxémiante SDRA Traitement de l'IRA post-extubation Maladies neuromusculaires aiguës réversibles
Situations sans cotation possible	Asthme aigu grave Syndrome d'obésité-hypoventilation Bronchiolite aiguë du nourrisson (hors forme apnéisante)

Tableau I. Différentes indications de la VNI et niveaux de recommandation. 3<sup>ème</sup> Conférence de Consensus commune SFAR, SPLF et SRLF « Ventilation Non Invasive au cours de l'insuffisance respiratoire aiguë (nouveau-né exclu) » (39).

En conséquence, l'application de la VNI s'est largement répandue aujourd'hui dans les services de réanimation, de soins intensifs respiratoires voire de pneumologie. Parmi les stratégies de prise en charge de l'IRA (oxygénothérapie, VM invasive ou VNI), son incidence d'utilisation apparaît en augmentation régulière, tant à l'échelon national (40-42) qu'international (10,43,44). Ainsi elle est passée de 29 à 42% en 15 ans, en France (41) et de 5 à 14% en 12 ans dans la dernière enquête internationale de Esteban et al. (44).

Néanmoins, malgré l'efficacité reconnue de la VNI, il peut s'avérer difficile d'évaluer précisément la faisabilité, l'application et l'efficacité de cette technique en pratique clinique courante. En effet, nous pouvons supposer qu'il existe une différence notable entre les résultats d'études standardisées randomisées et ceux observés en pratique quotidienne. Plusieurs études épidémiologiques ont ainsi pu montrer une hétérogénéité du recours à la VNI d'un continent à l'autre (44), au sein d'un même continent(45), voire entre les hôpitaux d'une même région (46,47). Malgré les recommandations (13,39), les indications d'utilisation peuvent aussi s'avérer hétérogènes entre les différents centres utilisateurs, voire même au sein d'un même centre (47). Ainsi, bien que l'intérêt de la VNI reste débattu dans l'IRA hypoxémique dite "de novo" (sur poumons antérieurement sains), un nombre non négligeable de centres semblent néanmoins l'appliquer en France dans cette indication d'après les dernières enquêtes épidémiologiques nationales (40,41).

Fort de ce constat, l'équipe de Réanimation Médicale avait déjà rapporté, il y a plus de 10 ans, son expérience clinique de la VNI (48). Il nous a cependant semblé intéressant de pouvoir renouveler ce travail en rapportant cette fois l'expérience de la VNI appliquée en routine dans le même service depuis la conférence de consensus de 2006 (39).

Les objectifs de notre étude ont donc été d'évaluer les conditions d'application et l'efficacité de la VNI utilisée en routine dans le service de Réanimation Médicale du CHU-Hôpitaux de

Rouen, et d'identifier les facteurs prédictifs d'échec de cette prise en charge ventilatoire non invasive.

## **II. MATERIEL ET METHODES**

### **II. 1. Schéma et lieu de l'étude**

Il s'agit d'une étude observationnelle de cohorte, rétrospective, monocentrique, réalisée dans le service de Réanimation Médicale du Centre Hospitalo-Universitaire (CHU)-Hôpitaux de Rouen sur 8 années consécutives, de 2006 à 2013 inclus.

Ce service hospitalo-universitaire comporte 21 lits de réanimation aiguë répartis en trois unités (Unités 80, 81 et 82) de respectivement 9 et deux fois 6 lits, ainsi qu'une unité de sevrage et réhabilitation (USR) de 6 lits et une unité d'hémodialyse intermittente de 2 postes.

Le service fonctionne avec une rotation du personnel soignant sur 8 heures à raison d'un ratio infirmier(e)s (IDE)/patients et aide-soignant(e)s/patients respectivement de 1/3 et 1/4 pour les lits de réanimation aiguë. En 2015, l'activité médicale 24h/24h est assurée par 7,5 médecins équivalents temps plein (ETP) et l'activité de kinésithérapie par 1,5 ETP en heures ouvrables avec astreinte opérationnelle les week-ends et jours fériés.

Le service de Réanimation Médicale utilise la VNI depuis 1990 et a maintenant acquis une expérience pratique de près de 25 ans. La stratégie de VNI appliquée par l'équipe de réanimation médicale a été en grande partie préalablement rapportée (48). Celle-ci s'est quelque peu modifiée au cours de la période d'étude considérée ici, parallèlement aux évolutions technologiques et aux données de la littérature (39). Les ventilateurs utilisés sont, le plus souvent, des ventilateurs conventionnels de réanimation disposant d'un module VNI

spécifique permettant de mieux gérer les fuites. Le mode de ventilation de première intention est un mode en pression de type *aide inspiratoire* associé à une pression expiratoire positive externe. Une humidification active (humidificateur chauffant) est systématiquement utilisée. Le choix du masque de première intention est un masque naso-buccal (facial) de type industriel adapté au mieux à la morphologie du patient. Le risque de lésions locales sur les points d'appuis est prévenu par la mise en place de pansements colloïdes. Les fuites sont contrôlées manuellement et à l'aide des paramètres du ventilateur. Les réglages initiaux du ventilateur sont toujours secondairement adaptés en fonction de la mécanique ventilatoire, de la tolérance clinique et des contrôles gazométriques réguliers.

## **II. 2. Population étudiée**

### **II. 2. 1) Eligibilité**

Tous les patients consécutifs ayant quitté le secteur aigu du service de Réanimation Médicale (hors USR et unité de dialyse) entre le 1<sup>er</sup> Janvier 2006 et le 31 décembre 2013, dont le codage diagnostique, le codage des actes marqueurs de réanimation et/ou le compte-rendu d'hospitalisation informatisé mentionnait la notion d'IRA et/ou de VNI ont été revus. A partir de cette première analyse, n'ont été retenus que les patients ayant bénéficié d'une VNI au cours de leur séjour, quelle qu'en ait été l'indication.

Si un patient avait effectué plusieurs séjours dans le service durant cette période, les données ont été recueillies pour chaque séjour.

Si un patient avait bénéficié de VNI à plusieurs reprises au cours d'un même séjour (exemple : IRA à l'admission, puis prise en charge en post-extubation), seul le premier recours à la VNI a été considéré.

Les patients ayant bénéficié de VNI dans un contexte d'épuisement respiratoire sur acidose métabolique, sans autre anomalie gazométrique ou clinique respiratoire, n'ont pas été retenus.

## II. 2. 2) Définition de la population retenue

La population générale retenue a été distinguée en 3 groupes définissant l'indication de la VNI en fonction de l'anamnèse, de critères cliniques et/ou gazométriques, et du contexte d'instauration de la VNI :

- application de la VNI de première intention pour prise en charge d'une IRA à l'admission ou en cours d'hospitalisation (tableau II) :

- IRA à prédominance hypoxémique (groupe IRA hypoxémique),
- IRA à prédominance hypercapnique (groupe IRA hypercapnique),
- application de la VNI à la période post-extubation (groupe VNI post-extubation).

Les groupes "hypoxémique" et "hypercapnique" ont été plus spécifiquement caractérisés comme suit :

IRA HYPOXEMIQUE	IRA HYPERCAPNIQUE
Signes cliniques de détresse respiratoire aiguë	
PaO <sub>2</sub> ≤ 80 mmHg (10,7 KPa) en air ambiant isolée <i>Ou</i> désaturation isolée ≤ 90 % en air ambiant <i>Ou</i> hypoxémie prédominante : <ul style="list-style-type: none"> <li>- hypercapnie modérée et hypoxémie profonde</li> <li>- hypercapnie compensée (pH =7,38-7,42).</li> </ul>	PaCO <sub>2</sub> ≥ 45 mmHg (6,0 KPa) sans hypoxémie <i>Ou</i> hypercapnie prédominante : <ul style="list-style-type: none"> <li>- acidose respiratoire profonde</li> <li>- hypoxémie modérée et acidose respiratoire avec pH ≤ 7,35.</li> </ul>

Tableau II. Critères définissant les groupes « IRA hypoxémique » et « IRA hypercapnique ».



Outre le contexte clinique, les paramètres gazométriques retenus pour catégoriser les patients étaient ceux les plus proches dans le temps à l'initiation de la VNI. Pour chaque patient, si nous disposions de gaz du sang artériels (GDS) antérieurs et/ou à distance de toute IRA, ceux-ci ont été consultés afin de nous informer sur la fonction respiratoire du patient à l'état basal. Ces gazométries n'ont cependant pas été rapportées pour notre étude.

D'autre part, le sous-groupe « VNI post-extubation » regroupait tous les patients dont la VNI avait été initiée dans les 48 heures suivant une extubation programmée ou non (32):

- soit à visée de sevrage de la VM invasive, chez des patients extubés malgré une épreuve de sevrage en ventilation spontanée ayant échoué (VNI appliquée comme technique de sevrage chez des patients difficiles à sevrer),

- soit à visée préventive, pour prévenir la survenue d'une IRA post-extubation chez des patients ayant réussi leur épreuve de sevrage mais à risque d'échec d'extubation (sujets âgés, toux insuffisante, comorbidités à type d'insuffisance cardiaque chronique, de broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO)...),

- soit à visée curative pour traiter la survenue d'une IRA dans les 48 heures post-extubation.

Au delà de 48 heures, l'extubation étant considérée comme réussie (49), tout patient bénéficiant de l'initiation d'une VNI était alors inclus dans l'un des deux groupes précédents « IRA hypoxémique » ou « IRA hypercapnique ».

## II. 3. Critères d'évaluation

Outre le caractère descriptif de notre étude, le critère principal d'évaluation de l'expérience clinique rapportée ici était le taux de succès/échec de la VNI pour la population générale de l'étude et les 3 groupes considérés.

De plus, nous avons cherché à identifier les facteurs prédictifs d'échec de la VNI, sur l'ensemble de notre collectif et en fonction des groupes d'indication de la VNI.

La survenue d'un des critères suivants, au cours des 3 premiers jours de VNI, définissait un échec de la technique:

- la nécessité de recourir à l'intubation ou à une assistance respiratoire alternative (oxygénothérapie à haut débit: OHD) en l'absence d'amélioration clinique et/ou gazométrique
- l'intolérance de la technique indépendamment de toute aggravation clinique et/ou gazométrique imposant l'arrêt de la VNI et/ou le recours à une assistance respiratoire alternative (OHD, oxygénothérapie standard)
- une décision de limitation des thérapeutiques actives de réanimation
- la survenue du décès du patient.

Si la VNI était poursuivie au delà du 3ème jour, celle-ci était considérée comme un succès, quelle qu'en soit l'issue ultérieure.

## II. 4. Recueil des données

Sur l'ensemble de la période d'étude (2006-2013), les données ont été recueillies de façon rétrospective à partir du codage diagnostique (codage CDAM/CCAM), du codage des actes marqueurs de réanimation et/ou du compte-rendu d'hospitalisation informatisé.

Les données épidémiologiques générales du service (durées de séjour, mortalité...) ont été fournies par le Département d'Epidémiologie et de Santé Publique (DESP) du CHU-Hôpitaux de Rouen.

Pour chaque séjour au cours duquel un patient avait bénéficié d'une VNI, nous avons donc relevé les paramètres suivants :

- âge et sexe du patient,
- indice de gravité simplifié (IGSII) à l'admission,
- pathologie respiratoire sous-jacente : obstructive, restrictive, mixte ou syndrome d'apnées du sommeil (SAS) isolé,
- pathologie cardiaque sous-jacente (cardiopathie ischémique, valvulopathie, troubles du rythme, cœur pulmonaire chronique, etc...),
- immunodépression,
- diabète,
- indications de la VNI : IRA hypoxémique, hypercapnique, VNI post-extubation,
- étiologie principale de l'IRA,
- si VNI post-extubation, motif du recours : sevrage ventilatoire, préventif ou curatif,
- GDS à l'admission: la gazométrie retenue était la plus altérée dans un intervalle de 12 heures précédant l'admission en réanimation et jusqu'au premier GDS réalisé dans le service,
- durée de VNI (en jours),
- succès/échec de la VNI,
- devenir après échec de la VNI: IOT, recours à l'OHD, arrêt de la VNI, limitation des

thérapeutiques actives de réanimation, décès.

- durée de séjour en réanimation (en jours),
- mortalité en réanimation.

La méthodologie rétrospective de l'étude ne nous a pas permis d'évaluer de façon exhaustive les complications propres à la VNI.

## II. 5. Analyse statistique

Lorsqu'un patient avait effectué plusieurs séjours dans le service durant la période étudiée, les données ont été recueillies pour chaque séjour. Les effectifs exprimés traduisent donc le nombre de VNI recensé, et non pas le nombre de patients en ayant bénéficié.

Notre analyse a porté exclusivement sur le premier recours à la VNI dans le service, quel que soit le groupe d'indication. Les éventuels 2<sup>èmes</sup> ou 3<sup>èmes</sup> recours à la VNI au cours d'un même séjour ont été exclus de l'analyse.

Les données qualitatives ont été comparées à l'aide du test exact de Fisher, quelque soit le nombre de groupes. Les données quantitatives ont été comparées à l'aide du test t de Student, avec correction de Welch si nécessaire, lorsque les variances différaient.

Une analyse univariée a été réalisée au sein de notre population globale, ainsi qu'une analyse univariée stratifiée au sein de chaque groupe : « IRA hypoxémique », « IRA hypercapnique », « VNI post-extubation ». Les effectifs de notre étude (nombre d'échecs notamment) n'ont pas permis d'effectuer d'analyse multivariée fiable.

Les résultats ont été exprimés sous forme de moyenne avec écart-type, ou de médiane avec 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> interquartiles, selon la dispersion des valeurs.

Une différence statistiquement significative a été retenue pour un risque alpha à 0,05.

# III. RESULTATS

## III. 1. Analyse descriptive

### III. 1. 1) Modalités d'assistance respiratoire

Parmi les modalités d'assistance respiratoire appliquées en réanimation médicale sur nos 8 années d'étude, 979 VNI au total ont été retenues pour notre analyse. La figure 3 résume la répartition de ces VNI entre les différents groupes d'analyse.

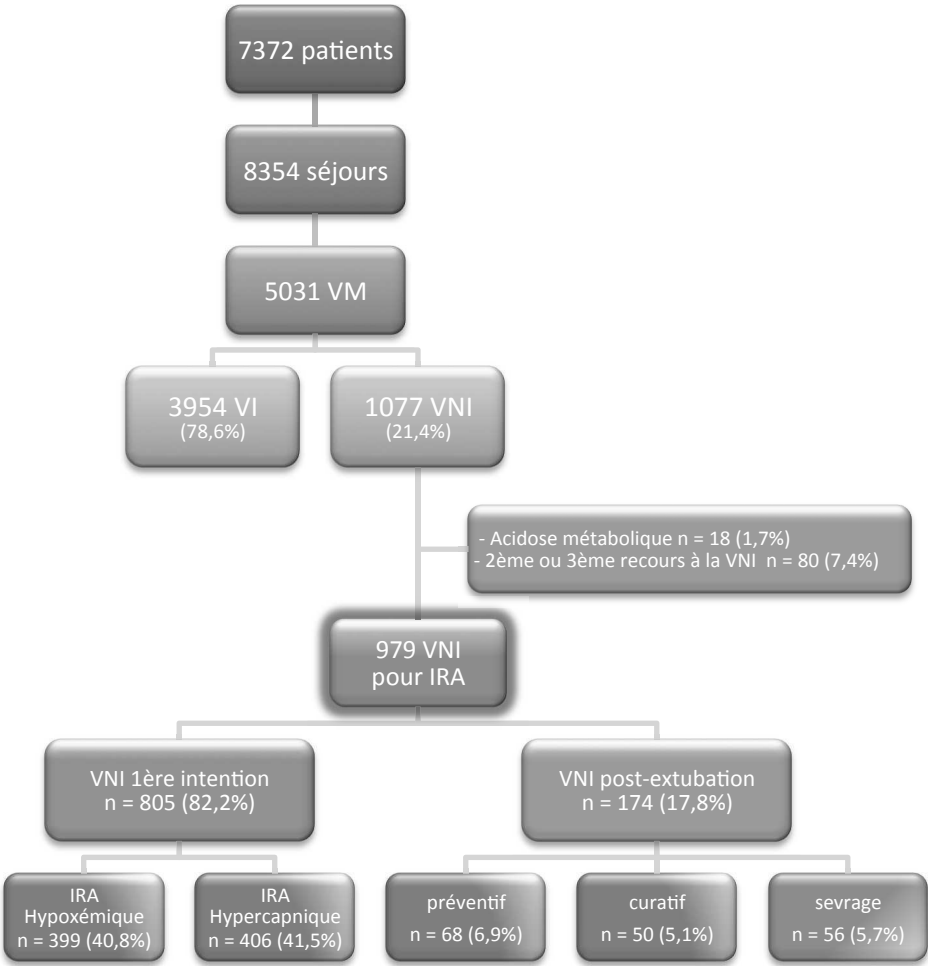


Figure 3. Modalités d'assistance respiratoire mises en œuvre au cours de la période d'étude.

VM: ventilation mécanique; VI: ventilation invasive; VNI: ventilation non-invasive; IRA: insuffisance respiratoire aiguë.

Indépendamment de l'assistance ventilatoire, les patients recevaient des thérapeutiques conventionnelles en fonction du terrain et de l'étiologie de leur détresse respiratoire (bronchodilatateurs, antibiotiques, diurétiques, kinésithérapie, etc...).

### III. 1. 2) Caractéristiques de la population

Les caractéristiques de la population à l'admission sont résumées dans le tableau III:

Paramètres		IRA hypoxémique	IRA hypercapnique	VNI post-extubation	Effectif global	p <sup>(1)</sup>
<b>Effectif</b>	n (%)	399 (40,8)	406 (41,5)	174 (17,8)	979 (100)	
<b>Age (ans)</b>	moyenne ± ET	60,2 ± 15,9	65,9 ± 13,0	61,9 ± 14,3	62,8 ± 14,7	< 0,001
<b>Sexe H</b>	n (%)	268 (67,2)	241 (59,4)	122 (70,1)	631 (64,5)	0,016
<b>IGS II</b>	moyenne ± ET	39,6 ± 19,1	35,3 ± 14,6	53,7 ± 18,2	40,4 ± 18,4	< 0,001
<b>Antécédent de pathologie respiratoire</b>						< 0,001
Aucun	n (%)	248 (62,2)	108 (26,6)	75 (43,1)	431 (44,0)	< 0,001
Syndrome obstructif	n (%)	76 (19,0)	184 (45,3)	56 (32,2)	316 (32,3)	< 0,001
Syndrome restrictif	n (%)	34 (8,5)	53 (13,1)	21 (12,1)	108 (11,0)	0,098
Mixte (obstructif et restrictif)	n (%)	18 (4,5)	46 (11,3)	14 (8,0)	78 (8,0)	0,001
SAS isolé	n (%)	23 (5,8)	15 (3,7)	8 (4,6)	46 (4,7)	0,383
<b>Antécédent de pathologie cardiaque</b>	n (%)	168 (42,1)	193 (47,5)	75 (43,1)	436 (44,5)	0,279
<b>Immunodépression</b>	n (%)	152 (38,1)	79 (19,5)	33 (19,0)	264 (27,0)	< 0,001
<b>Diabète</b>	n (%)	100 (25,1)	107 (26,4)	44 (25,3)	251 (25,6)	0,915

Tableau III. Caractéristiques de la population globale et en fonction des groupes, à l'admission.

(1) valeur-p pour la comparaison statistique entre les 3 groupes.

La majorité des patients ayant bénéficié de VNI présentaient une pathologie respiratoire préexistante (56,0% de notre population globale). Chez 316 de ces 548 patients (57,7%), il s'agissait d'un syndrome obstructif. Néanmoins, l'IRA « de novo », c'est-à-dire sur poumons antérieurement sains, représentait 44,0% des VNI de notre étude et jusqu'à 62,2% dans le groupe « IRA hypoxémique » (Tableau III). De même, l'immunodépression était plus fréquemment retrouvée dans le groupe « IRA hypoxémique ».

La gravité des patients était significativement différente selon les groupes, avec un score IGS II à l'admission plus élevé ( $53,7 \pm 18,2$ ) chez les patients ayant bénéficié de VNI post-extubation.

### III. 1. 3) Indications de la VNI

Les indications de la VNI et les GDS à l'admission sont résumés dans le tableau IV :

Paramètres		IRA hypoxémique	IRA hypercapnique	VNI post-extubation	Effectif global	p
<b>GDS à l'admission</b>						
pH	moyenne ± ET	7,40 ± 0,08	7,25 ± 0,09	7,32 ± 0,15	7,32 ± 0,12	< 0,001 <sup>(1)</sup>
PaO2 (kPa)	moyenne ± ET	10,96 ± 6,04	13,84 ± 7,47	15,93 ± 10,09	13,04 ± 7,71	< 0,001 <sup>(1)</sup>
PaCO2 (kPa)	moyenne ± ET	5,23 ± 1,68	9,93 ± 2,74	7,14 ± 3,79	7,52 ± 3,37	< 0,001 <sup>(1)</sup>
<b>Etiologie de l'IRA pour VNI 1<sup>ère</sup> intention</b>		399	406		805	
Pneumopathie, surinfection bronchique	n (%)	145 (36,3)	142 (35,2)	NC	288 (35,8)	0,713 <sup>(2)</sup>
OAP	n (%)	104 (26,1)	92 (22,7)	NC	196 (24,3)	0,256 <sup>(2)</sup>
Syndrome restrictif aigu	n (%)	41 (10,3)	31 (7,6)	NC	72 (8,9)	0,216 <sup>(2)</sup>
Collapsus hémodynamique	n (%)	44 (11,0)	15 (3,7)	NC	59 (7,3)	< 0,001 <sup>(2)</sup>
Sepsis autre	n (%)	12 (3,0)	22 (5,4)	NC	34 (4,2)	0,114 <sup>(2)</sup>
Cause toxique ou neurologique	n (%)	9 (2,3)	26 (6,4)	NC	35 (4,3)	0,005 <sup>(2)</sup>
Embolie pulmonaire	n (%)	7 (1,8)	3 (0,7)	NC	10 (1,2)	0,22 <sup>(2)</sup>
Syndrome d'apnées du sommeil (SAS)	n (%)	16 (4,0)	6 (1,5)	NC	22 (2,7)	0,031 <sup>(2)</sup>
Autre	n (%)	14 (3,5)	5 (1,2)	NC	19 (2,4)	0,038 <sup>(2)</sup>
Non retrouvé	n (%)	7 (1,8)	63 (15,5)	NC	70 (8,7)	< 0,001 <sup>(2)</sup>

Tableau IV. Indications de la VNI et GDS à l'admission, dans la population globale et par groupe.

NC: non concerné. (1) valeur-p pour la comparaison statistique entre les 3 groupes. (2) valeur-p pour la comparaison entre les groupes « IRA hypoxémique » et « IRA hypercapnique ».

Au sein de notre population globale, nous avons noté une tendance à l'acidose hypercapnique à l'admission. Les données gazométriques apparaissaient néanmoins assez bien refléter le caractère « hypoxémique » ou « hypercapnique » prédominant de l'IRA chez nos patients.

Les principales étiologies d'IRA nécessitant une VNI de première intention ont été les pneumopathies ou surinfections bronchiques, suivies des oedèmes aigus du poumon (OAP) cardiogéniques, puis des syndromes restrictifs aigus (hém- ou pneumothorax, pleurésie, atélectasie, compression extrinsèque telle que syndrome du compartiment abdominal) (Tableau IV). Le collapsus hémodynamique et le SAS ont été plus fréquents dans le groupe « IRA hypoxémique », tandis qu'une cause toxique ou neurologique a plus souvent été observée dans le groupe « IRA hypercapnique ».

### III. 1. 4) Evolution de l'incidence d'utilisation de la VNI

L'évolution de l'utilisation de la VNI, au cours des 8 années étudiées, est représentée dans les figures 4 et 5.

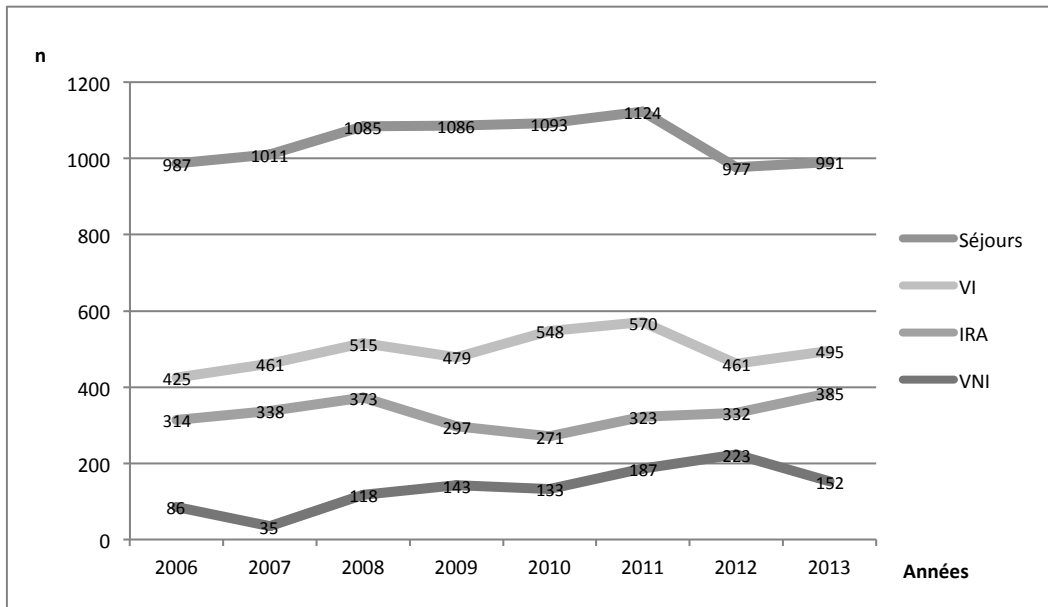


Figure 4. Evolution du nombre de séjours, de l'IRA et des modalités ventilatoires en Réanimation Médicale de 2006 à 2013.

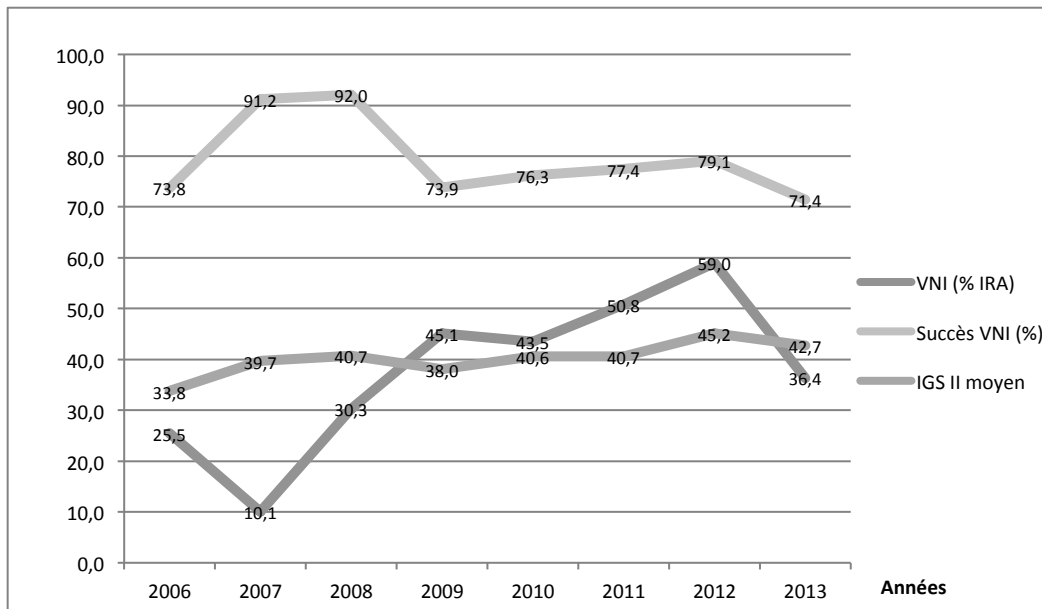


Figure 5. Evolution de l'incidence d'utilisation de la VNI (parmi celles sélectionnées pour notre étude), du taux de succès et de la gravité des patients, en Réanimation Médicale de 2006 à 2013.



Le nombre d'admissions en réanimation est resté stable au cours de la période étudiée (Figure 4). L'incidence de l'utilisation des VNI pour IRA dans notre étude a augmenté au cours des 7 premières années, de 25,5% en 2006 à 59,0% en 2012. Il a ensuite été constaté une diminution du recours à cette technique, à 36,4% en 2013 (Figure 5). En dehors des années 2007 et 2008, le taux de succès de la technique est resté relativement stable dans le temps, alors que nous avons pu observer une gravité croissante des patients avec un IGS II moyen passant de  $33,8 \pm 23,9$  en 2006 à  $42,7 \pm 21,8$  en 2013.

### III. 2. Efficacité de la VNI en fonction de l'indication

Les résultats de la VNI en fonction de l'indication sont représentés dans la figure 6.

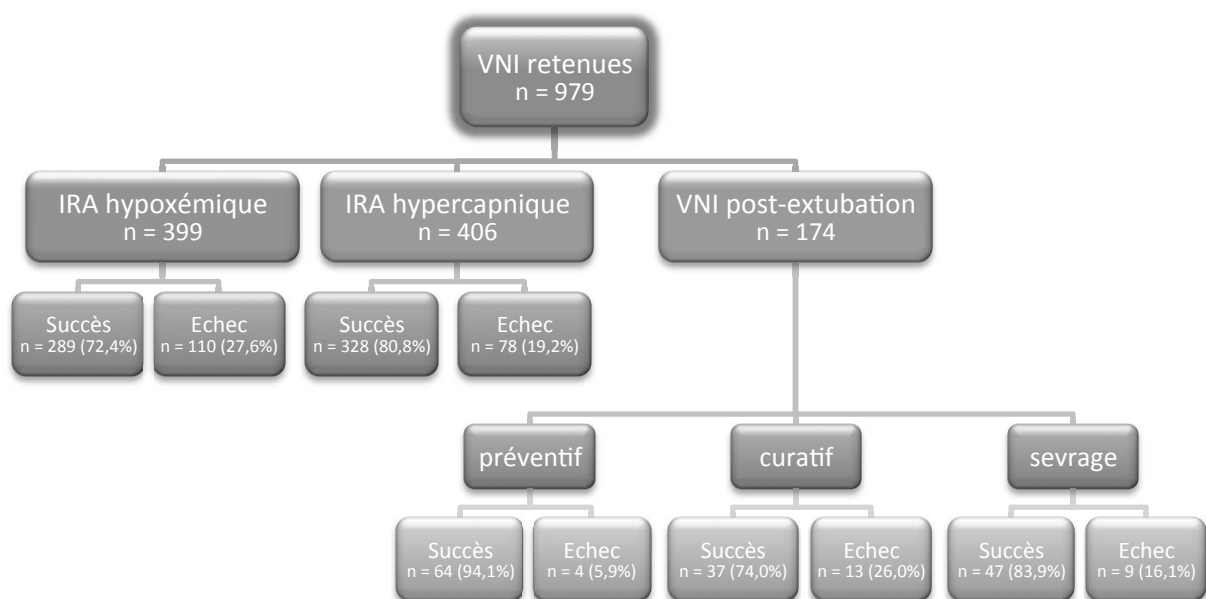


Figure 6. Résultats de la VNI en fonction de l'indication.

Le tableau V résume le devenir des patients ayant bénéficié de VNI dans le service.

Paramètres		IRA hypoxémique	IRA hypercapnique	VNI post-extubation	Effectif global	p <sup>(1)</sup>
Effectif	n (%)	399 (40,8)	406 (41,5)	174 (17,8)	979 (100)	
Succès de la VNI	n (%)	289 (72,4)	328 (80,8)	148 (85,1)	765 (78,1)	< 0,001
Durée de VNI (jours)	médiane (Q1;Q3)	1 (1;3)	2 (1;3)	2 (1;4)	2 (1;3)	0,155
Durée de séjour en réanimation (jours)	médiane (Q1;Q3)	5 (3;9)	4 (2;6)	11 (6;19)	5 (2;9)	< 0,001
Devenir après échec de la VNI		110	78	26	214	
IOT	n (%)	88 (79,3)	67 (85,9)	22 (84,6)	177 (82,7)	0,561
OHD	n (%)	9 (8,1)	0 (0)	1 (3,8)	10 (4,7)	0,016
Limitation des thérapeutiques	n (%)	11 (10,8)	4 (5,1)	3 (11,5)	18 (8,4)	0,387
Arrêt VNI	n (%)	2 (1,8)	6 (7,7)	0 (0)	8 (3,7)	0,098
Décès	n (%)	0 (0)	1 (1,3)	0 (0)	1 (0,05)	0,486
Mortalité en réanimation	n (%)	63 (15,8)	33 (8,1)	12 (6,9)	108 (11,0)	< 0,001

Tableau V. Devenir des patients en réanimation. (1) valeur-p pour la comparaison statistique entre les 3 groupes.

Le taux de succès global de la technique a été de 78,1%, soit 765 VNI / 979 ayant permis une amélioration ou une stabilisation clinique et/ou gazométrique, dans les 3 premiers jours. La technique est apparue plus efficace dans le groupe « VNI post-extubation » puis dans le groupe « IRA hypercapnique ».

Le principal recours en cas d'échec a été l'IOT. L'oxygénothérapie à haut débit a constitué une alternative encore rare, utilisée essentiellement dans le groupe « IRA hypoxémique » (9 cas, soit 8,1%).

La mortalité en réanimation de notre population globale a été de 108 patients (11%). Elle a été retrouvée plus importante dans le groupe « IRA hypoxémique » que dans les deux autres groupes ( $p < 0,001$ ). Le décès est apparu imputable à la VNI pour un seul d'entre eux, en raison de la survenue de troubles du rythme compliqués d'arrêt cardio-respiratoire sous VNI.

### III. 3. Facteurs prédictifs d'échec de la VNI

La recherche de facteurs prédictifs d'échec de la technique a été effectuée sur l'ensemble de la population, puis dans chacun des 3 groupes « IRA hypoxémique », « IRA hypercapnique » et « VNI post-extubation ».

#### III. 3. 1) Ensemble de la population

Les facteurs prédictifs d'échec dans notre population totale sont synthétisés dans le tableau suivant.

Paramètres		Succès, n(%)	Echec, n(%)	OR	IC 95%	p	
<b>Sexe H</b>	n (%)	487 (77,2)	144 (22,8)	1,17	0,85 - 1,62	NS	
<b>Groupe</b>		NA	NA	NA	NA	< 0,001 <sup>(1)</sup>	
<b>Motif de VNI post-extubation</b>		NA	NA	NA	NA	0,008 <sup>(2)</sup>	
<b>Antécédent de pathologie respiratoire</b>		NA	NA	NA	NA	0,001 <sup>(3)</sup>	
<b>Antécédent de pathologie cardiaque</b>	n (%)	354 (81,2)	82 (18,8)	0,72	0,52 - 0,99	0,043	
<b>Immunodépression</b>	n (%)	186 (70,5)	78 (29,5)	1,78	1,28 - 2,50	< 0,001	
<b>Diabète</b>	n (%)	191 (76,1)	60 (23,9)	1,17	0,83 - 1,66	NS	
<b>Age (ans)</b>	moyenne ± ET	62,9 ± 14,8	62,6 ± 14,3	-	-	NS	
<b>Durée de VNI (jours)</b>	médiane (Q1;Q3)	2 (1;4)	1 (1 ;1)	-	-	<0.001	
<b>GDS à l'admission</b>							
	pH	moyenne ± ET	7,32 ± 0,12	7,33 ± 0,12	-	-	NS
	PaO2 (KPa)	moyenne ± ET	13,23 ± 7,84	12,37 ± 7,20	-	-	NS
	PaCO2 (KPa)	moyenne ± ET	7,61 ± 3,35	7,22 ± 3,45	-	-	NS
<b>IGS II</b>	moyenne ± ET	37,3 ± 16,5	51,2 ± 20,5	-	-	<0.001	
<b>Durée de séjour en réanimation (jours)</b>	médiane (Q1;Q3)	4 (2;7)	10 (4 ;19)	-	-	<0.001	

Tableau VI. Facteurs prédictifs d'échec de la VNI selon les caractéristiques des patients.

NA: non applicable. NS: non significatif. (1)(2)(3) valeur-p pour la comparaison statistique entre les 3 groupes (1), entre les 3 motifs de VNI post-extubation (2), entre les différents types d'antécédents respiratoires (3).

La réponse à la VNI a varié significativement selon l'indication, avec un taux d'échec moindre dans le groupe « VNI post-extubation » puis « IRA hypercapnique ». Les comparaisons d'échec selon les groupes sont représentées dans la figure 7.

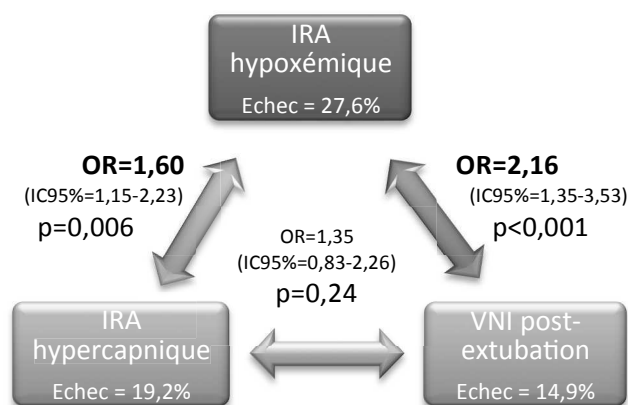


Figure 7. Comparaison 2 à 2 du taux d'échec entre les différents groupes d'indication de VNI.

Au sein du groupe « VNI post-extubation », le taux d'échec a été significativement différent selon que la VNI a été utilisée à visée préventive, curative, ou de sevrage ( $p=0,008$ ). En effet, le recours à cette assistance ventilatoire après extubation s'est montré plus efficace en cas d'instauration prophylactique (5,9% d'échec) que de traitement d'une IRA (26,0%). Le taux d'échec dans le sous-groupe de sevrage ventilatoire a été de 16,1%.

Les autres facteurs prédictifs d'échec mis en évidence ont été la présence d'un antécédent respiratoire ou d'une immunodépression, un IGS II plus élevé, ou une durée de séjour en réanimation plus longue. La réponse a été meilleure en cas d'insuffisance respiratoire mixte (7,8% d'échec) ou obstructive (14,8%), tandis que l'échec a été plus fréquent en l'absence d'antécédent respiratoire (26,4%) ou en cas de syndrome restrictif pur (27,7%).

A l'inverse, un antécédent de pathologie cardiaque est apparu comme facteur protecteur d'échec de la VNI (OR=0,72; IC95%=0,52-0,99;  $p=0,043$ ).

Il n'existait pas de différence significative pour la gazométrie à l'admission en cas de succès ou d'échec.

### III. 3. 2) Facteurs prédictifs d'échec selon l'indication de la VNI

Le tableau suivant compare l'efficacité de la VNI en fonction des caractéristiques des patients à l'admission, dans chaque groupe.

Paramètres	IRA hypoxémique					IRA hypercapnique					VNI post-extubation				
	Succès, n(%)	Echec, n(%)	OR	IC 95%	p	Succès, n(%)	Echec, n(%)	OR	IC 95%	p	Succès, n(%)	Echec, n(%)	OR	IC 95%	p
Sexe H	195 (72,8)	73 (27,2)	0,95	0,60-1,53	NS	191 (79,3)	50 (20,7)	1,28	0,76-2,17	NS	101 (82,8)	21 (17,2)	1,95	0,71-5,71	NS
Motif post-extubation	NC	NC	NC	NC	NC <sup>(1)</sup>	NC	NC	NC	NC	NC <sup>(1)</sup>	NA	NA	NA	NA	0,008 <sup>(1)</sup>
Antécédent de pathologie respiratoire	NA	NA	NA	NA	0,005 <sup>(2)</sup>	NA	NA	NA	NA	NS <sup>(2)</sup>	NA	NA	NA	NA	NS <sup>(2)</sup>
Antécédent de pathologie cardiaque	127 (75,6)	41 (24,4)	0,76	0,47-1,21	NS	164 (85,0)	29 (15,0)	0,59	0,35-0,99	0,044	63 (84,0)	12 (16,0)	1,16	0,48-2,68	NS
Immunodépression	97 (63,8)	55 (36,2)	1,98	1,24-3,10	0,004	64 (81,0)	15 (19,0)	0,98	0,51-1,86	NS	25 (75,8)	8 (24,2)	2,18	0,84-5,69	NS
Diabète	72 (72)	28 (28)	1,03	0,60-1,71	NS	82 (76,6)	25 (23,4)	1,41	0,8-2,42	NS	37 (84,1)	7 (15,9)	1,1	0,39-2,82	NS
Age (ans)	60,0 ± 16,2	60,5 ± 15,1	-	-	NS	65,7 ± 13,3	66,5 ± 11,5	-	-	NS	62,3 ± 13,9	59,4 ± 16,4	-	-	NS
Durée de VNI (jours)	2 (1;4)	1 (1;1)	-	-	<0.001	2 (1;4)	1 (1;1)	-	-	<0.001	2 (1;4)	1 (1;2)	-	-	<0.001
<b>GDS à l'admission</b>															
pH	7,40 ± 0,08	7,40 ± 0,09	-	-	NS	7,25 ± 0,09	7,23 ± 0,09	-	-	NS	7,31 ± 0,15	7,34 ± 0,15	-	-	NS
PaO2 (KPa)	11,05 ± 6,35	10,74 ± 5,13	-	-	NS	13,77 ± 7,12	14,16 ± 8,84	-	-	NS	16,30 ± 10,41	13,85 ± 7,90	-	-	NS
PaCO2 (KPa)	5,31 ± 1,73	5,03 ± 1,51	-	-	NS	9,82 ± 2,68	10,43 ± 2,98	-	-	NS	7,19 ± 3,88	6,84 ± 3,24	-	-	NS
IGS II	34,5 ± 14,8	53,2 ± 22,4	-	-	<0.001	32,4 ± 11,9	47,6 ± 18,1	-	-	<0.001	53,7 ± 18,3	53,6 ± 18,0	-	-	NS
Durée de séjour en réanimation (jours)	4 (3;7)	8 (4;16)	-	-	<0.001	3 (2;5)	8 (4;17)	-	-	<0.001	9 (6;17)	25 (15;37)	-	-	<0.001

Tableau VII. Facteurs prédictifs d'échec de la VNI selon les groupes. NS: non significatif; NC: non concerné; NA: non applicable. (1)(2) valeur-p pour la comparaison statistique entre les 3 motifs de VNI post-extubation (1), entre les différents types d'antécédents respiratoires (2).

Dans le groupe « IRA hypoxémique », l'immunodépression est apparue comme facteur de risque d'échec de la VNI, de même qu'un IGS II plus élevé ou un antécédent de pathologie respiratoire (Tableau VII). La réponse à la VNI a été meilleure en cas de trouble ventilatoire obstructif versus aucun antécédent (OR=0,50; IC95%=0,25-0,98; p=0,038). En revanche, la présence d'un syndrome restrictif a été observée comme facteur prédictif d'échec de la technique (OR vs aucun antécédent=2,38 avec IC95%=1,10-5,26 et p=0,0192; OR vs syndrome obstructif=4,76 avec IC95%=1,92-12,50 et p<0,001). En cas de SAS isolé, les résultats n'ont pas été différents de ceux observés en l'absence d'antécédent respiratoire.

Dans le groupe « IRA hypercapnique », tout comme dans la population globale, la présence d'un antécédent de pathologie cardiaque est apparue comme facteur de bonne réponse à la VNI. Un IGS II élevé était, lui, retrouvé comme un facteur d'échec.

Au sein du groupe « VNI post-extubation », la réponse a été significativement différente selon le motif de recours. En effet, l'utilisation de la VNI à but curatif d'une IRA est apparue comme un facteur prédictif d'échec versus le recours préventif (OR=5,54; IC95%=1,64-19,68; p=0,003). Il n'existait pas de différence significative entre recours préventif et sevrage ventilatoire (OR=3,03; IC95%=0,87-11,11; p=0,081), ni entre sevrage et VNI curative (OR=1,82; IC95%=0,67-5,04; p=0,237).

Enfin, quel que soit le groupe, une durée de VNI plus courte, ainsi qu'une durée de séjour en réanimation plus longue, présageaient d'un échec de l'assistance ventilatoire.

## **IV. DISCUSSION**

Notre étude s'est proposée de rapporter l'expérience clinique de la VNI sur 8 ans d'un service de Réanimation Médicale.

Ce travail rétrospectif démontre l'efficacité clinique de la VNI appliquée de façon quotidienne dans un service de Réanimation avec un taux global de succès de 78 % et une mortalité en réanimation de seulement 11% pour l'ensemble des VNI pratiquées. De façon pragmatique, ces résultats très satisfaisants doivent tenir compte de l'expérience acquise dans la technique (plus de 25 ans) par l'équipe médicale et paramédicale du service.

La discussion de ce travail envisagera l'analyse et la comparaison de nos résultats à ceux de la littérature en termes de conditions d'application, d'efficacité clinique, d'indication de la VNI et de facteurs prédictifs de la réponse à cette technique.

### **IV. 1. Conditions d'application de la VNI**

Au cours des 8 années étudiées, 1077 séjours en réanimation ont nécessité une assistance ventilatoire par VNI, soit 21,4% des ventilations mécaniques.

En 2006, Demoule et al. (40) avaient observé 24% de recours à la VNI dans l'IRA. Si cette incidence était moindre, il est à noter que cette étude prospective portait sur l'année 2002 et constatait déjà un recours croissant à la VNI (de 16 à 24% en 5 ans). Plus récemment, Schnell et al. (41) ont observé des chiffres similaires à notre étude avec 39% des IRA prises en charge par VNI, dont 31% par VNI en 1<sup>ère</sup> intention (contre 34,3% dans notre population), et 8% en post-extubation (contre 6,6% pour notre travail). A l'échelle internationale, Carlucci et al. (50), au cours d'une étude prospective multicentrique menée dans 42 pays, ont constaté

une incidence de 16% de la VNI en première intention, soit 35% des patients non intubés à l'admission en réanimation.

L'équipe de Réanimation Médicale du CHU de Rouen avait déjà rapporté, il y a déjà plus de 10 ans, son expérience clinique de la VNI (48). L'incidence d'utilisation de cette technique dans le service était alors de 24%, dont 17% en première intention et 7% en post-extubation.

A l'instar de notre service, l'utilisation de la VNI semble donc croissante dans la prise en charge de l'IRA, comme l'ont rapporté les études françaises de Demoule et al. (40), Gacouin et al. (42), ainsi que Schnell et al. avec une hausse du recours à la VNI de 29 à 42% des IRA en 15 ans en France (41). L'étude internationale d'Esteban et al. (44), a elle aussi rapporté une augmentation de l'usage de la VNI passant de 5% en 1998 à 14% en 2010, confirmant cette évolution à plus grande échelle.

Cette incidence semble cependant pouvoir fluctuer selon les équipes (50), les pays (47,51), l'expérience (46) ou même la spécialité des praticiens qui l'instaurent (45,46).

Néanmoins, si l'utilisation de la VNI a été globalement en augmentation sur les 8 années de l'étude, nous avons pu observer deux périodes de diminution franche de son usage, respectivement en 2007 et 2013. La première est possiblement attribuable à un défaut de codage constaté pour les années 2006 et 2007, de cause indéterminée. Le recueil pour l'année 2006 a cependant pu être optimisé par une recherche via d'autres codages CCAM/CPAM, mais ceci n'a pas été possible pour l'année 2007. En revanche, la baisse de l'incidence pour l'année 2013 ne semble pas imputable au codage et pourrait être en rapport avec l'utilisation croissante des techniques d'oxygénothérapie à haut débit, en particulier dans la prise en charge de l'IRA hypoxémique (52).



Par ailleurs, il a été mis en évidence une grande hétérogénéité concernant les caractéristiques de la population à l'admission selon les groupes, notamment en terme d'âge, de sexe, de gravité et d'antécédents respiratoires. Ceci doit donc être pris en considération lors de l'interprétation de notre analyse sur l'effectif global.

Les étiologies de l'IRA ont également varié d'un groupe à l'autre. La pneumopathie ou surinfection bronchique, ainsi que l'OAP cardiogénique ont été les principales causes de défaillance respiratoire, dans le groupe « IRA hypoxémique » comme dans celui « IRA hypercapnique ». En revanche, les syndromes restrictifs aigus et les collapsus hémodynamiques ont été plus fréquents dans le groupe « IRA hypoxémique », tandis qu'une cause toxique ou neurologique a plus souvent été observée dans le groupe « IRA hypercapnique ».

Le bénéfice de la VNI étant dépendant de la cause de l'IRA, cette hétérogénéité dans l'étiologie de l'IRA sous-jacente doit être prise en compte pour juger et interpréter au mieux l'efficacité de la technique (53,54).

La durée médiane de VNI chez nos patients était de 2 jours (Q1=1; Q3=3), et ne différait pas d'un groupe à l'autre. Ces chiffres étaient similaires à ceux récemment publiés dans une enquête internationale (44).

La durée médiane de séjour en réanimation dans notre étude a été de 5 jours (Q1=2; Q3=9). Elle s'est avérée plus courte que celle rapportée dans d'autres travaux (41,44). La durée de séjour était comparable pour nos deux groupes « IRA hypoxémique » et « hypercapnique » mais plus longue pour le groupe « VNI post-extubation », laquelle doit prendre en compte la durée d'hospitalisation impartie à la VM invasive préalable. Néanmoins, les durées d'hospitalisation en réanimation doivent prendre en considération, selon les travaux, la possibilité ou non de transferts de patients stabilisés mais maintenus sous VNI à

leur sortie de réanimation.

Enfin, il faut souligner que la mortalité en réanimation (11%) a été retrouvée plus faible dans notre étude que dans les principaux travaux récents, qui l'ont évaluée entre 21 et 40% (19,41,43,44,55), en dehors de Peñuelas et al. (56) (7 à 13%). Cette moindre mortalité dans notre série pourrait elle aussi être mise en balance avec l'expérience acquise par l'équipe de Réanimation Médicale.

Sur un plan pratique, la charge en soins induite par la VNI n'a pas été évaluée dans ce travail rétrospectif. Néanmoins, comparativement à la VM conventionnelle, la VNI ne semble pas entraîner de charge de travail supplémentaire, lorsqu'elle est pratiquée par une équipe expérimentée (11).

## **IV. 2. Indications de la VNI et efficacité clinique**

Si l'efficacité de la VNI est restée relativement constante au cours des 8 années de notre étude, on note cependant une nette amélioration depuis la précédente étude réalisée dans le service (48). En effet, à l'époque, le taux de succès des VNI pratiquées était de 64% pour l'effectif global (vs 78,1% pour notre travail), 62% dans l'IRA hypoxémique (vs 72,4%), 51% dans l'IRA hypercapnique (vs 80,8%), et 86% dans la VNI post-extubation (vs 85,1%). Par contre, nous n'avons pas retrouvé d'explication rationnelle aux taux de succès de la VNI retrouvés plus importants (> 90%) en 2007 et 2008.

Nos résultats d'efficacité sur l'effectif global confirment ainsi ceux obtenus dans le cadre d'études contrôlées, rapportant un taux d'échec de la VNI variant de 16 à 54% (44,50,51,57). Schnell et al. (41) ont eux retrouvés des chiffres très similaires aux nôtres, avec 84% de succès toutes VNI confondues, 78% de succès pour la VNI de première intention,

90% dans la décompensation d'IRC, 75% dans l'OAP cardiogénique et 75% dans l'IRA « de novo ».

#### **IV. 2. 1) VNI et IRA hypercapnique**

Dans les décompensations aiguës de BPCO, Stefan et al. (9) ont très récemment mis en évidence une incidence de 27,7% de la prise en charge par VNI contre 45,5% par VI, avec un taux d'échec de la VNI faible à 13,7%, proche de celui de notre étude (47 échecs / 316 patients présentant un antécédent de syndrome obstructif, soit 14,9%). Il était également observé une réduction de 41% de la mortalité comparativement à la VI (OR=0,59 ; IC95%=0,36-0,97). De même, Carlucci et al. (10) avaient mis en évidence une très bonne réponse à la VNI chez les patients porteur d'une BPCO, avec un échec dans seulement 17,2% des cas. Au cours des IRA hypercapniques en général, Contou et al. (58) ont rapporté un taux d'échec de 15% toutes étiologies confondues (OAP, décompensation d'IRC, pneumopathie, etc...). Ces résultats, comme nos observations, confirment ainsi l'excellente efficacité et le bénéfice clinique de la VNI dans l'IRA hypercapnique en général, et la décompensation aiguë de BPCO en particulier.

Au cours des OAP cardiogéniques, la réponse à la VNI au cours de notre étude apparaît également très satisfaisante avec un taux d'échec de seulement 13,8% (27 échecs / 196). L'intérêt de la VNI dans cette indication ne semble effectivement plus discutable, comme l'avaient déjà constaté Nava et al. (14) en 2003, lors d'une étude multicentrique randomisée. Dans cette étude, la VNI précoce avait permis une amélioration gazométrique et clinique plus rapide, ainsi qu'une diminution du taux d'intubation dans le sous-groupe de patients hypercapniques, comparativement au traitement standard par oxygénothérapie.

## IV. 2. 2) VNI et IRA hypoxémique

Concernant les IRA hypoxémiques, nos résultats ont montré un taux de succès moins élevé (72,4%) que dans les deux autres groupes (respectivement 80,8% et 85,1% pour les groupes « IRA hypercapnique » et « VNI post-extubation »), mais néanmoins très encourageants comparativement aux données de la littérature et aux recommandations actuelles dans cette indication (13,39). Les données de la littérature sur l'IRA hypoxémique « pure » sont en fait relativement pauvres et très hétérogènes, en dehors de l'OAP cardiogénique et du patient immunodéprimé. Dans une revue systématique basée sur des essais contrôlés randomisés, Keenan et al. (59) ont rapporté une diminution du taux d'intubation, de la durée de séjour ainsi que de la mortalité en réanimation sous l'effet de la VNI, dans l'IRA hypoxémique. L'intérêt de cette technique apparaît également important chez le patient immunodéprimé, comme l'ont encore récemment montré Azevedo et al. (60) en contexte néoplasique, avec une diminution de la mortalité à 40% sous VNI contre 73% sous VI ( $p < 0,001$ ). Dans le premier essai randomisé incluant des patients immunodéprimés (cancers, transplantés d'organes, corticothérapie systémique ou VIH au stade SIDA), Hilbert et al. (55) avaient ainsi observé une diminution du recours à l'intubation (46 vs 77%;  $p=0.03$ ), de la mortalité en réanimation (38 vs 69%;  $p=0.03$ ) et intra-hospitalière (50 vs 81;  $p=0.02$ ) sous l'effet de la VNI, comparativement à l'oxygénothérapie standard.

Cependant, l'utilisation et l'intérêt de la VNI dans l'IRA hypoxémique restent discutés, notamment pour l'IRA hypoxémique « de novo », c'est à dire sur poumons antérieurement sains et en dehors de toute immunodépression (53). Cette indication de VNI n'est d'ailleurs pas retenue actuellement au travers des recommandations nationales (39) ou internationales (13). A contrario, et de façon plus récente, l'étude épidémiologique de Schnell et al. (61) ne réfute pas cette indication mais invite à une sélection prudente des patients en IRA hypoxémique « de novo », ne présentant idéalement qu'une défaillance respiratoire. Les

auteurs insistent très justement sur la nécessité d'un monitoring étroit en milieu sécurisé de réanimation, et d'une décision d'intubation précoce dès les premiers signes d'échec de la technique.

En fait, les résultats discordants de la VNI au cours de l'IRA hypoxémique doivent prendre en compte l'hétérogénéité des études en termes de typologie de patients (immunodéprimés ou non, BPCO sous-jacente ou non) mais aussi d'étiologies de l'IRA sous-jacente (pneumopathies, OAP, fibrose, SDRA...). De plus, le délai d'instauration de la VNI (précocement versus tardivement) par rapport à l'évolutivité de l'IRA pourrait jouer un rôle encore plus prépondérant qu'au cours de l'IRA hypercapnique (62). Finalement, outre l'expérience de l'équipe, nos bons résultats de la VNI observés au cours de l'IRA hypoxémique (72,4% de succès) doivent aussi tenir compte de la définition retenue pour cette population dans notre étude (hypoxémie prédominante, avec ou sans hypercapnie, modérée ou compensée).

#### **IV. 2. 3) VNI post-extubation**

La VNI post-extubation doit clairement distinguer trois types de situations, en fonction des résultats rapportés et des populations concernées (32,34).

La VNI préventive ou prophylactique est proposée de façon systématique chez des patients à risque d'échec d'extubation (BPCO, insuffisance ventriculaire gauche, VM > 7 jours, toux inefficace, comorbidités, sujets âgés > 65 ans) pour prévenir la survenue d'une IRA post-extubation programmée. Nos bons résultats (94,1% de succès) confirment ceux de la littérature (63-65), et devraient inciter à recommander plus fortement son utilisation dans cette situation (13).

Par ailleurs, la VNI appliquée comme technique de sevrage ventilatoire peut être proposée à des patients ayant échoué à une ou plusieurs épreuves de sevrage en ventilation

spontanée (32,34). Nos résultats de pratique quotidienne (83,9% de succès) confirment ceux de la littérature, qui démontrent un bénéfice de la VNI dans cette indication de sevrage difficile, plus particulièrement en cas de BPCO sous-jacente (diminution de la mortalité, de l'incidence des pneumopathies acquises sous ventilation mécanique (PAVM), des échecs d'extubation, du taux de réintubation, du recours à la trachéotomie, de la durée de séjour en réanimation et à l'hôpital) (32-34,66). En dehors du patient BPCO, une équipe expérimentée a récemment montré, dans une étude pilote, que la VNI pouvait être aussi utile pour extuber précocement des patients intubés pour IRA hypoxémique (67).

Enfin, la VNI post-extubation curative a pour objectif d'éviter la réintubation face à la survenue d'une IRA après extubation. Ses résultats apparaissent néanmoins moins probants dans la littérature, sans bénéfice clairement démontré comparativement au traitement standard par oxygénothérapie sur le taux de réintubation, les durées d'hospitalisation ou la mortalité des patients (68,69). L'étude multicentrique d'Esteban et al. (69) a même suggéré un effet potentiellement délétère de la VNI dans cette indication, qui pourrait augmenter la mortalité en réanimation en retardant la réintubation. Il faut cependant noter que ces deux études négatives (68,69) concernaient des populations non sélectionnées, et qu'à notre connaissance aucune étude prospective randomisée n'a été menée spécifiquement dans cette indication « curative » chez des patients souffrant de pathologies respiratoires chroniques, notamment de BPCO. Quoiqu'il en soit, même si nos résultats s'avèrent très encourageants dans cette indication (74% de succès), les données actuelles doivent rendre prudent le clinicien dans l'application de la VNI post-extubation selon une stratégie curative.

#### **IV. 2. 4) Efficacité clinique de la VNI**

Les résultats sur l'efficacité clinique de la VNI doivent évidemment tenir compte de la définition utilisée pour le succès ou l'échec de celle-ci. La plupart des études ne considèrent

comme échec que le recours à l'intubation ou la réintubation. Dans notre travail, nous avons défini l'échec de la VNI non seulement par la nécessité de recourir à l'intubation ou la réintubation (VNI post-extubation), mais aussi par la nécessité de recourir à une assistance respiratoire alternative, d'interrompre la VNI (pour intolérance de la technique notamment), de prendre une décision de limitation des thérapeutiques actives de réanimation, ou en cas de survenue du décès du patient, et ce dans les 3 premiers jours d'application de la VNI. Au delà du 3ème jour, la VNI était donc considérée comme un succès, quelle qu'en soit l'issue ultérieure. Ce choix de 3 jours peut paraître arbitraire et discutable mais plusieurs études ont montré que l'échec de la VNI survenait majoritairement dans les 24 premières heures après son instauration. En effet, 55% des échecs nécessitant une intubation observés par notre équipe en 2003 sont survenus dans les 12 premières heures de VNI et 69% au cours des 24 premières heures (48). Dans ce travail, l'échec de la VNI était principalement rapporté à un état d'agitation dans 37% des cas et à une inefficacité ventilatoire liée aux fuites dans 12% des cas. D'autres études plus récentes ont également constaté une majorité d'échec de la VNI dans un délai de 12h après son initiation (44,50,70). Le choix de fixer un délai de 3 jours pour définir l'échec nous est donc apparu comme un bon compromis, en considérant qu'au-delà de ce délai, le risque d'échec pouvait être lié à un évènement intercurrent autre (nouveau sepsis, troubles du rythme cardiaque...) et non plus à la seule technique de VNI. Néanmoins, il faut garder à l'esprit qu'il peut exister d'authentiques échecs tardifs liés à la VNI en elle-même (71).

La méthodologie rétrospective de notre étude à partir de l'analyse des dossiers informatisés et son étendue dans le temps ne nous ont cependant pas permis de recueillir précisément les causes d'échec précoces ou tardives de la VNI.

Nous avons également appliqué ce délai de 3 jours au succès/échec de la VNI post-extubation. Cependant, il a récemment été proposé de pouvoir considérer un délai de 7 jours dans cette indication spécifique de VNI (32).

Finalement, même si le retard à l'intubation représente le principal risque de la VNI et ne doit donc pas être négligé (69), notre pratique clinique rapportée ici suggère fortement que la VNI peut être appliquée avec sécurité et efficacité comme support ventilatoire de première intention dans bon nombre de situations d'IRA en réanimation, sous réserve d'avoir acquis une certaine expérience.

### **IV. 3. Facteurs prédictifs de réponse à la VNI**

La recherche des facteurs prédictifs de succès/échecs de la VNI a été effectuée sur l'ensemble de la population, puis dans chaque groupe. Les faibles effectifs dans les sous-groupes « échec », notamment au sein du groupe « VNI post-extubation » (26 cas), n'ont pas permis d'effectuer d'analyse multivariée statistiquement robuste.

Parmi les variables relevées à l'admission, le groupe d'indication ( $p < 0,001$ ), le motif en cas de VNI post-extubation ( $p = 0,008$ ), les antécédents respiratoires ( $p = 0,001$ ), l'immunodépression ( $p < 0,001$ ), l'IGS II ( $p < 0,001$ ) ainsi que la durée de séjour en réanimation sont apparus comme facteurs prédictifs d'échec de la technique au sein de notre effectif global. A l'inverse, la présence d'un antécédent de pathologie cardiaque a été observée comme facteur de bonne réponse à la VNI (OR pour l'échec = 0,72; IC95% = 0,52-0,99;  $p = 0,043$ ). Une durée de VNI plus courte a également été constatée comme facteur d'échec. Néanmoins, l'interprétation de cette donnée paraît difficile puisque qu'elle pourrait n'être que le reflet de la rapidité de l'échec lorsque ce dernier survient.



La gravité (IGS II) et le motif d'admission (l'IRA hypoxémique plus particulièrement), avaient déjà été rapportés comme facteurs prédictifs d'échec de la VNI dans d'autres études (41,50,51,57). En revanche, nous n'avons pas observé de différence en fonction de l'âge, du sexe, de la présence d'un diabète, ou des GDS à l'admission. Pour le groupe « VNI post-extubation », le choix de rapporter les GDS à l'admission reste très discutable, mais il était difficile de retrouver les GDS correspondant exactement à l'initiation de la VNI, à l'aide des seuls dossiers informatiques. De plus, tous ces patients n'ont pas systématiquement bénéficié d'un GDS avant l'initiation de la VNI dans cette situation (VNI préventive notamment).

Concernant l'analyse par groupe (hypoxémique, hypercapnique et post-extubation), la durée de séjour en réanimation a été retrouvée comme facteur prédictif d'échec quel que soit le groupe d'indication. Là aussi l'interprétation de ce résultat doit être très prudente, cette constatation pouvant n'être que la conséquence de l'échec, et non sa cause.

Dans le groupe « VNI post-extubation », l'indication de la VNI (sevrage, préventive ou curative) a influencé significativement l'efficacité de la technique, puisque la VNI curative a permis une moins bonne réponse que celle préventive (OR=5,54; IC95%=1,64-19,68; p=0,003). Ces résultats devraient nous inciter à anticiper la défaillance respiratoire post-extubation, en privilégiant certainement le recours à la VNI préventive chez nos patients, et donc à mieux prendre en compte les facteurs prédictifs d'échec de l'extubation (64).

Dans le groupe « IRA hypoxémique », un antécédent de trouble ventilatoire obstructif était retrouvé comme facteur prédictif de succès de la VNI. Paradoxalement, ce résultat n'a pas été retrouvé pour le groupe « IRA hypercapnique ».

## V. CONCLUSION

Ce travail rétrospectif avait pour objectif de rapporter l'expérience et les résultats de la VNI sur une période de 8 ans (2006-2013) au sein du service de Réanimation Médicale du CHU-Hôpitaux de Rouen.

A l'instar des enquêtes épidémiologiques nationales (40) et internationales (44), cette étude montre une augmentation de l'incidence d'utilisation de la VNI dans notre service, toutes indications confondues et notamment jusqu'en 2012. Elle confirme la faisabilité et l'efficacité clinique (taux de succès et mortalité notamment) de la VNI appliquée au quotidien dans la prise en charge initiale de l'IRA hypoxémique ou hypercapnique, ou au décours d'une intubation (VNI post-extubation), et ce malgré une gravité croissante des patients (IGSII) sur la période analysée.

Nos bons résultats confirment ainsi le bénéfice clinique de la VNI dans les indications jusque-là recommandées (13,39): IRA des BPCO, OAP cardiogénique, IRA hypoxémique du patient immunodéprimé, stratégie de sevrage de la VI chez le patient BPCO, prévention de l'IRA post-extubation. Contrairement aux recommandations en vigueur (13,39), ils suggèrent également un intérêt non négligeable de la VNI pour la prise en charge de l'IRA hypoxémique « de novo » chez des patients immunocompétents ainsi que pour traiter une IRA secondaire en post-extubation (VNI post-extubation curative). Les facteurs prédictifs retrouvés de succès/échec de la technique confortent globalement ceux déjà largement rapportés (indications de la VNI, gravité et antécédents respiratoires à l'admission, immunodépression). Néanmoins, il faut rappeler qu'il reste toujours difficile d'apprécier la réponse à la VNI sur les seuls paramètres évalués à l'admission, et que seule une surveillance clinique et gazométrique régulière permet de juger au mieux de l'évolution et du moment éventuel du recours à l'intubation.

De façon pragmatique et objective, et avant de pouvoir transposer nos résultats intéressants à d'autres services, il convient de prendre en compte la longue expérience acquise par l'équipe de Réanimation Médicale dans le domaine de la VNI (32,48,72).

Finalement, notre analyse de pratiques longitudinale démontre que la VNI constitue une alternative à l'intubation efficace et sécuritaire, et qu'elle doit représenter le traitement ventilatoire de première intention dans bon nombre d'indications d'IRA, sous réserve qu'elle soit pratiquée dans un environnement adapté et par une équipe expérimentée.

A l'avenir, il est cependant probable que la VNI puisse être supplantée par l'OHD, actuellement en plein développement chez l'adulte et plus simple à mettre en œuvre, notamment dans la prise en charge de l'IRA hypoxémique sévère (52,73,74).

# BIBLIOGRAPHIE

1. Jaber S, Ghanques G, Sebbane M, Verzilli D, Eledjam JJ. La ventilation non invasive. Elsevier, editor. Conférence d'actualisation SFAR. 2005;167–86.
2. Vachon F. History of medical intensive care in France: 1954–1975. *Réanimation*. 2011;20(1):72–8.
3. Sullivan CE, Issa FG, Berthon-Jones M, Eves L. Reversal of obstructive sleep apnoea by continuous positive airway pressure applied through the nares. *Lancet*. 1981 Apr 18;1(8225):862–5.
4. Rideau Y, Gatin G, Bach J, Gines G. Prolongation of life in Duchenne's muscular dystrophy. *Acta Neurol (Napoli)*. 1983 Apr;5(2):118–24.
5. Brochard L, Isabey D, Piquet J, Amaro P, Mancebo J, Messadi AA, et al. Reversal of acute exacerbations of chronic obstructive lung disease by inspiratory assistance with a face mask. *N Engl J Med*. 1990 Nov 29;323(22):1523–30.
6. Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, Lofaso F, Conti G, Rauss A, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med*. 1995 Sep 28;333(13):817–22.
7. Guérin C, Girard R, Chemorin C, De Varax R, Fournier G. Facial mask noninvasive mechanical ventilation reduces the incidence of nosocomial pneumonia. A prospective epidemiological survey from a single ICU. *Intensive Care Med*. 1997 Oct;23(10):1024–32.
8. Girou E, Schortgen F, Delclaux C, Brun-Buisson C, Blot F, Lefort Y, et al. Association of noninvasive ventilation with nosocomial infections and survival in critically ill patients. *JAMA*. 2000 Nov 8;284(18):2361–7.
9. Stefan MS, Nathanson BH, Higgins TL, Steingrub JS, Lagu T, Rothberg MB, et al. Comparative effectiveness of noninvasive and invasive ventilation in critically ill patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Crit Care Med*. 2015 Jul;43(7):1386–94.
10. Carlucci A, Delmastro M, Rubini F, Fracchia C, Nava S. Changes in the practice of non-invasive ventilation in treating COPD patients over 8 years. *Intensive Care Med*. 2003 Mar;29(3):419–25.
11. Nava S, Evangelisti I, Rampulla C, Compagnoni ML, Fracchia C, Rubini F. Human and financial costs of noninvasive mechanical ventilation in patients affected by COPD and acute respiratory failure. *Chest*. 1997 Jun;111(6):1631–8.
12. Nava S, Navalesi P, Carlucci A. Non-invasive ventilation. *Minerva Anesthesiol*. 2009 Feb;75(1-2):31–6.

13. Evans TW. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: non-invasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. Organised jointly by the American Thoracic Society, the European Respiratory Society, the European Society of Intensive Care Medicine, and the Société de Réanimation de Langue Française, and approved by the ATS Board of Directors, December 2000. *Intensive Care Med.* 2001 Jan;27(1):166–78.
14. Nava S, Carbone G, DiBattista N, Bellone A, Baiardi P, Cosentini R, et al. Noninvasive ventilation in cardiogenic pulmonary edema: a multicenter randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003 Dec 15;168(12):1432–7.
15. Masip J, Betbesé AJ, Páez J, Vecilla F, Cañizares R, Padró J, et al. Non-invasive pressure support ventilation versus conventional oxygen therapy in acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomised trial. *Lancet.* 2000 Dec 23;356(9248):2126–32.
16. AlYami MA, AlAhmari MD, Alotaibi H, AlRabeeh S, AlBalawi I, Mubasher M. Evaluation of efficacy of non-invasive ventilation in Non-COPD and non-trauma patients with acute hypoxemic respiratory failure: A systematic review and meta-analysis. *Ann Thorac Med.* 2015 Mar;10(1):16–24.
17. Brochard L, Lefebvre J-C, Cordioli RL, Akoumianaki E, Richard J-CM. Noninvasive ventilation for patients with hypoxemic acute respiratory failure. *Semin Respir Crit Care Med.* 2014 Aug;35(4):492–500.
18. Conti G, Costa R, Antonelli M. Non invasive ventilation in immunocompromised patients. *Minerva Anesthesiol.* 2011 Mar;77(3):342–8.
19. Razlaf P, Pabst D, Mohr M, Kessler T, Wiewrodt R, Stelljes M, et al. Non-invasive ventilation in immunosuppressed patients with pneumonia and extrapulmonary sepsis. *Respir Med.* 2012 Nov;106(11):1509–16.
20. Esquinas AM, Jover JL, Úbeda A, Belda FJ, Grupo de Trabajo Internacional de Ventilación Mecánica No Invasiva Anestesiología y Críticos. Non-invasive mechanical ventilation in postoperative patients. A clinical review. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2015 Apr 16.
21. Olper L, Corbetta D, Cabrini L, Landoni G, Zangrillo A. Effects of non-invasive ventilation on reintubation rate: a systematic review and meta-analysis of randomised studies of patients undergoing cardiothoracic surgery. *Crit Care Resusc J Australas Acad Crit Care Med.* 2013 Sep;15(3):220–7.
22. Jaaly E Al, Fiorentino F, Reeves BC, Ind PW, Angelini GD, Kemp S, et al. Effect of adding postoperative noninvasive ventilation to usual care to prevent pulmonary complications in patients undergoing coronary artery bypass grafting: a randomized controlled trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013 Oct;146(4):912–8.
23. Nakazato K, Takeda S, Tanaka K, Sakamoto A. Aggressive treatment with noninvasive ventilation for mild acute hypoxemic respiratory failure after cardiovascular surgery: retrospective observational study. *J Cardiothorac Surg.* 2012;7:41.

24. Auriant I, Jallot A, Hervé P, Cerrina J, Le Roy Ladurie F, Fournier JL, et al. Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure following lung resection. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001 Oct 1;164(7):1231–5.
25. Michelet P, D'Journo XB, Seinaye F, Forel JM, Papazian L, Thomas P. Non-invasive ventilation for treatment of postoperative respiratory failure after oesophagectomy. *Br J Surg*. 2009 Jan;96(1):54–60.
26. Karcz MK, Papadakos PJ. Noninvasive ventilation in trauma. *World J Crit Care Med*. 2015 Feb 4;4(1):47–54.
27. Chiumello D, Coppola S, Froio S, Gregoretti C, Consonni D. Noninvasive ventilation in chest trauma: systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2013 Jul;39(7):1171–80.
28. Duggal A, Perez P, Golan E, Tremblay L, Sinuff T. Safety and efficacy of noninvasive ventilation in patients with blunt chest trauma: a systematic review. *Crit Care Lond Engl*. 2013;17(4):R142.
29. Meduri GU, Fox RC, Abou-Shala N, Leeper KV, Wunderink RG. Noninvasive mechanical ventilation via face mask in patients with acute respiratory failure who refused endotracheal intubation. *Crit Care Med*. 1994 Oct;22(10):1584–90.
30. Chu C-M, Chan VL, Wong IWY, Leung W-S, Lin AWN, Cheung K-F. Noninvasive ventilation in patients with acute hypercapnic exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease who refused endotracheal intubation. *Crit Care Med*. 2004 Feb;32(2):372–7.
31. Quill CM, Quill TE. Palliative use of noninvasive ventilation: navigating murky waters. *J Palliat Med*. 2014 Jun;17(6):657–61.
32. Girault C, Bubenheim M, Abroug F, Diehl JL, Elatrous S, Beuret P, et al. Noninvasive ventilation and weaning in patients with chronic hypercapnic respiratory failure: a randomized multicenter trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011 Sep 15;184(6):672–9.
33. Mishra M, Chaudhri S, Tripathi V, Verma AK, Sampath A, Chauhan NK. Weaning of mechanically ventilated chronic obstructive pulmonary disease patients by using non-invasive positive pressure ventilation: A prospective study. *Lung India Off Organ Indian Chest Soc*. 2014 Apr;31(2):127–33.
34. Burns KEA, Meade MO, Premji A, Adhikari NKJ. Noninvasive ventilation as a weaning strategy for mechanical ventilation in adults with respiratory failure: a Cochrane systematic review. *Can Med Assoc J*. 2014 Feb 18;186(3):E112–22.
35. Cabrini L, Nobile L, Cama E, Borghi G, Pieri M, Bocchino S, et al. Non-invasive ventilation during upper endoscopies in adult patients. A systematic review. *Minerva Anesthesiol*. 2013 Jun;79(6):683–94.
36. Antonelli M, Conti G, Rocco M, Arcangeli A, Cavaliere F, Proietti R, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation vs. conventional oxygen supplementation in hypoxemic patients undergoing diagnostic bronchoscopy. *Chest*. 2002 Apr;121(4):1149–54.

37. Jaber S, Jung B, Corne P, Sebbane M, Muller L, Chanques G, et al. An intervention to decrease complications related to endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multiple-center study. *Intensive Care Med.* 2010 Feb;36(2):248–55.
38. Baillard C, Fosse J-P, Sebbane M, Chanques G, Vincent F, Courouble P, et al. Noninvasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006 Jul 15;174(2):171–7.
39. 3ème Conférence de Consensus commune de la SFAR, la SPLF et la SRLF: ventilation non invasive au cours de l'insuffisance respiratoire aiguë (nouveau-né exclu). 2006.
40. Demoule A, Girou E, Richard J-C, Taillé S, Brochard L. Increased use of noninvasive ventilation in French intensive care units. *Intensive Care Med.* 2006 Nov;32(11):1747–55.
41. Schnell D, Timsit J-F, Darmon M, Vesin A, Goldgran-Toledano D, Dumenil A-S, et al. Noninvasive mechanical ventilation in acute respiratory failure: trends in use and outcomes. *Intensive Care Med.* 2014 Apr;40(4):582–91.
42. Gacouin A, Jouneau S, Letheulle J, Kerjouan M, Bouju P, Fillatre P, et al. Trends in prevalence and prognosis in subjects with acute chronic respiratory failure treated with noninvasive and/or invasive ventilation. *Respir Care.* 2015 Feb;60(2):210–8.
43. Chandra D, Stamm JA, Taylor B, Ramos RM, Satterwhite L, Krishnan JA, et al. Outcomes of noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease in the United States, 1998-2008. *Am J Respir Crit Care Med.* 2012 Jan 15;185(2):152–9.
44. Esteban A, Frutos-Vivar F, Muriel A, Ferguson ND, Peñuelas O, Abaira V, et al. Evolution of mortality over time in patients receiving mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013 Jul 15;188(2):220–30.
45. Crimi C, Noto A, Princi P, Esquinas A, Nava S. A European survey of noninvasive ventilation practices. *Eur Respir J.* 2010 Aug;36(2):362–9.
46. Burns KEA, Sinuff T, Adhikari NKJ, Meade MO, Heels-Ansdell D, Martin CM, et al. Bilevel noninvasive positive pressure ventilation for acute respiratory failure: survey of Ontario practice. *Crit Care Med.* 2005 Jul;33(7):1477–83.
47. Maheshwari V, Paioli D, Rothaar R, Hill NS. Utilization of noninvasive ventilation in acute care hospitals: a regional survey. *Chest.* 2006 May;129(5):1226–33.
48. Girault C, Briel A, Hellot M-F, Tamion F, Woinet D, Leroy J, et al. Noninvasive mechanical ventilation in clinical practice: a 2-year experience in a medical intensive care unit. *Crit Care Med.* 2003 Feb;31(2):552–9.
49. Richard C, Beydon L, Cantagrel S, Cuvelier A, Fauroux B, Garo B, et al. 21ème Conférence de consensus en réanimation et en médecine d'urgence: Sevrage de la ventilation mécanique (à l'exclusion du nouveau-né et du réveil d'anesthésie). *Réanimation.* 2001;10(8):699–705.

50. Carlucci A, Richard JC, Wysocki M, Lepage E, Brochard L, SRLF Collaborative Group on Mechanical Ventilation. Noninvasive versus conventional mechanical ventilation. An epidemiologic survey. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001 Mar;163(4):874–80.
51. Azevedo LCP, Park M, Salluh JIF, Rea-Neto A, Souza-Dantas VC, Varaschin P, et al. Clinical outcomes of patients requiring ventilatory support in Brazilian intensive care units: a multicenter, prospective, cohort study. *Crit Care.* 2013;17(2):R63.
52. Frat JP, Thille AW, Mercat A, Girault C, Ragot S, Perbet S, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med.* 2015 Jun 4;372(23):2185–96.
53. Demoule A, Girou E, Brochard L. Ventilation non-invasive: un bénéfice dépendant de l'indication. *Réanimation.* 2007 Feb;16(1):67–74.
54. Martín-González F, González-Robledo J, Sánchez-Hernández F, Moreno-García MN, Barreda-Mellado I. Effectiveness and predictors of failure of noninvasive mechanical ventilation in acute respiratory failure. *Med Intensiva Soc Espanola Med Intensiva Unidades Coronarias.* 2015 Mar 7.
55. Hilbert G, Gruson D, Vargas F, Valentino R, Gbikpi-Benissan G, Dupon M, et al. Noninvasive ventilation in immunosuppressed patients with pulmonary infiltrates, fever, and acute respiratory failure. *N Engl J Med.* 2001 Feb 15;344(7):481–7.
56. Peñuelas O, Frutos-Vivar F, Fernández C, Anzueto A, Epstein SK, Apezteguía C, et al. Characteristics and outcomes of ventilated patients according to time to liberation from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011 Aug 15;184(4):430–7.
57. Peñuelas O, Frutos-Vivar F, Esteban A, Ferguson ND, Raymondos K, Bin D, et al. Factor associated to failure and outcome of non-invasive positive pressure ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011;183:A3741. <http://www.atsjournals.org>
58. Contou D, Fragnoli C, Córdoba-Izquierdo A, Boissier F, Brun-Buisson C, Thille AW. Noninvasive ventilation for acute hypercapnic respiratory failure: intubation rate in an experienced unit. *Respir Care.* 2013 Dec;58(12):2045–52.
59. Keenan SP, Sinuff T, Cook DJ, Hill NS. Does noninvasive positive pressure ventilation improve outcome in acute hypoxemic respiratory failure? A systematic review. *Crit Care Med.* 2004 Dec;32(12):2516–23.
60. Azevedo LCP, Caruso P, Silva UVA, Torelly AP, Silva E, Rezende E, et al. Outcomes for patients with cancer admitted to the ICU requiring ventilatory support: results from a prospective multicenter study. *Chest.* 2014 Aug;146(2):257–66.
61. Schnell D, Lemiale V, Azoulay É. Non-invasive mechanical ventilation in hematology patients: let's agree on several things first. *Crit Care.* 2012;16(6):175.
62. Nava S, Navalesi P, Conti G. Time of non-invasive ventilation. *Intensive Care Med.* 2006 Mar;32(3):361–70.



63. Ornicco 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*. 2013;17(2):R39.
64. Thille AW, Boissier F, Ben Ghezala H, Razazi K, Mekontso-Dessap A, Brun-Buisson C. Risk factors for and prediction by caregivers of extubation failure in ICU patients: a prospective study. *Crit Care Med*. 2015 Mar;43(3):613–20.
65. Agarwal R, Aggarwal AN, Gupta D, Jindal SK. Role of noninvasive positive-pressure ventilation in postextubation respiratory failure: a meta-analysis. *Respir Care*. 2007 Nov;52(11):1472–9.
66. Trevisan CE, Vieira SR, Research Group in Mechanical Ventilation Weaning. Noninvasive mechanical ventilation may be useful in treating patients who fail weaning from invasive mechanical ventilation: a randomized clinical trial. *Crit Care Lond Engl*. 2008;12(2):R51.
67. Vaschetto R, Turucz E, Dellapiazza F, Guido S, Colombo D, Cammarota G, et al. Noninvasive ventilation after early extubation in patients recovering from hypoxemic acute respiratory failure: a single-centre feasibility study. *Intensive Care Med*. 2012 Oct;38(10):1599–606.
68. Keenan SP, Powers C, McCormack DG, Block G. Noninvasive positive-pressure ventilation for postextubation respiratory distress: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2002 Jun 26;287(24):3238–44.
69. Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Arabi Y, Apezteguía C, González M, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med*. 2004 Jun 10;350(24):2452–60.
70. Murad A, Li PZ, Dial S, Shahin J. The role of noninvasive positive pressure ventilation in community-acquired pneumonia. *J Crit Care*. 2015 Feb;30(1):49–54.
71. Carratù P, Bonfìtto P, Dragonieri S, Schettini F, Clemente R, Di Gioia G, et al. Early and late failure of noninvasive ventilation in chronic obstructive pulmonary disease with acute exacerbation. *Eur J Clin Invest*. 2005 Jun;35(6):404–9.
72. Girault C, Daudenthun I, Chevron V, Tamion F, Leroy J, Bonmarchand G. Noninvasive ventilation as a systematic extubation and weaning technique in acute-on-chronic respiratory failure: a prospective, randomized controlled study. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999 Jul;160(1):86–92.
73. Frat JP, Goudet V, Girault C. High flow, humidified-reheated oxygen therapy: a new oxygenation technique for adults. *Rev Mal Respir*. 2013 Oct;30(8):627–43.
74. Spoletini G, Alotaibi M, Blasi F, Hill NS. Heated humidified high-flow nasal oxygen in adults: mechanisms of action and clinical implications. *Chest*. 2015 Jul;148(1):253–61.