



**HAL**  
open science

# Analyses échographiques de l'évolution de la masse musculaire et du diaphragme en réanimation

Juliette François

► **To cite this version:**

Juliette François. Analyses échographiques de l'évolution de la masse musculaire et du diaphragme en réanimation. Médecine humaine et pathologie. 2017. dumas-01634969

**HAL Id: dumas-01634969**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01634969>**

Submitted on 14 Nov 2017

**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.

Université de Nice Sophia-Antipolis

Faculté de Médecine de Nice

Année 2016-2017

**Analyses échographiques de l'évolution de la masse musculaire  
et du diaphragme en réanimation**

**Thèse de Médecine**

Pour l'obtention du grade de Docteur en Médecine (Diplôme d'état)

Présentée et soutenue publiquement le mercredi 11 Octobre 2017 par

**Mlle Juliette FRANCOIS**

Née le 22 janvier 1988 à Remiremont

Interne des Hôpitaux de Nice

Spécialité Anesthésie – Réanimation

---

Composition du jury :

Madame le Professeur Carole ICHAI	Présidente du Jury
Monsieur le Professeur Jean DELLAMONICA	Assesseur
Madame le Professeur Manuella FOURNIER-MEHOUAS	Assesseur
Monsieur le Docteur Charles RAPHAELLI	Assesseur
Monsieur le Professeur Marc RAUCOULES	Assesseur
Madame le Docteur Audrey SCARLATTI	Directrice de thèse

**Liste des professeurs au 1er septembre 2017 à la Faculté de Médecine de Nice**

<b>Doyen</b>	<b>M. BAQUÉ Patrick</b>
Vice-Doyen	M. BOILEAU Pascal
Assesseurs	M. ESNAULT Vincent M DELLAMONICA Jean Mme BREUIL Véronique M. MARTY Pierre
Conservateur de la bibliothèque	Mme AMSELLE Danièle
Directrice administrative des services	Mme CALLEA Isabelle
Doyens Honoraires	M. AYRAUD Noël M. RAMPAL Patrick M. BENCHIMOL Daniel

**Professeurs Honoraires**

M ALBERTINI Marc	M. GRELLIER Patrick
M. BALAS Daniel	M. GRIMAUD Dominique
M. BATT Michel	M. HARTER Michel
M. BLAIVE Bruno	M. INGLESAKIS Jean-André
M. BOQUET Patrice	M. JOURDAN Jacques
M. BOURGEON André	M. LALANNE Claude-Michel
M. BOUTTÉ Patrick	M. LAMBERT Jean-Claude
M. BRUNETON Jean-Noël	M. LAZDUNSKI Michel
Mme BUSSIERE Françoise	M. LEFEBVRE Jean-Claude
M. CAMOUS Jean-Pierre	M. LE FICHOUX Yves
M. CANIVET Bertrand	Mme LEBRETON Elisabeth
M. CASSUTO Jill-patrice	M. LOUBIERE Robert
M. CHATEL Marcel	M. MARIANI Roger
M. COUSSEMENT Alain	M. MASSEYEFF René
Mme CRENESSE Dominique	M. MATTEI Mathieu
M. DARCOURT Guy	M. MOUIEL Jean
M. DELLAMONICA Pierre	Mme MYQUEL Martine
M. DELMONT Jean	M. ORTONNE Jean-Paul
M. DEMARD François	M. PRINGUEY Dominique
M. DESNUELLE Claude	M. SAUTRON Jean Baptiste
M. DOLISI Claude	M. SCHNEIDER Maurice
M. FRANCO Alain	M. TOUBOL Jacques
M. FREYCHET Pierre	M. TRAN Dinh Khiem
M. GÉRARD Jean-Pierre	M VAN OBBERGHEN Emmanuel
M. GILLET Jean-Yves	M. ZIEGLER Gérard

Liste des professeurs au 1er septembre 2017 à la Faculté de Médecine de Nice

M.C.A. Honoraire

Mlle ALLINE Madeleine

M.C.U. Honoraires

M. ARNOLD Jacques  
M. BASTERIS Bernard  
Mlle CHICHMANIAN Rose-Marie  
Mme DONZEAU Michèle  
M. EMILIOZZI Roméo  
M. FRANKEN Philippe  
M. GASTAUD Marcel  
M. GIUDICELLI Jean  
M. MAGNÉ Jacques  
Mme MEMRAN Nadine  
M. MENGUAL Raymond  
M. PHILIP Patrick  
M. POIRÉE Jean-Claude  
Mme ROURE Marie-Claire

**Liste des professeurs au 1er septembre 2017 à la Faculté de Médecine de Nice**
**PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE**

M.	AMIEL Jean	Urologie (52.04)
M.	BERNARDIN Gilles	Réanimation Médicale (48.02)
M.	BOILEAU Pascal	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M.	DARCOURT Jacques	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
M.	ESNAULT Vincent	Néphrologie (52.03)
Mme	EULLER-ZIEGLER Liana	Rhumatologie (50.01)
M.	FENICHEL Patrick	Biologie du Développement et de la Reproduction (54.05)
M.	FUZIBET Jean-Gabriel	Médecine Interne (53.01)
M.	GASTAUD Pierre	Ophthalmologie (55.02)
M.	GILSON Éric	Biologie Cellulaire (44.03)
M.	HASSEN KHODJA Reda	Chirurgie Vasculaire (51.04)
M.	HÉBUTERNE Xavier	Nutrition (44.04)
M.	HOFMAN Paul	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
Mme	ICHAÏ Carole	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	LACOUR Jean-Philippe	Dermato-Vénérologie (50.03)
M.	LEFTHERIOTIS Geogres	Physiologie- médecine vasculaire
M.	MARQUETTE Charles-Hugo	Pneumologie (51.01)
M.	MARTY Pierre	Parasitologie et Mycologie (45.02)
M.	MICHIELS Jean-François	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M.	MOUROUX Jérôme	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)
Mme	PAQUIS Véronique	Génétique (47.04)
M.	PAQUIS Philippe	Neurochirurgie (49.02)
M.	QUATREHOMME Géraud	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M.	RAUCOULES-AIMÉ Marc	Anesthésie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	ROBERT Philippe	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M.	SANTINI Joseph	O.R.L. (55.01)
M.	THYSS Antoine	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M.	TRAN Albert	Hépatogastro-entérologie (52.01)

**Liste des professeurs au 1er septembre 2017 à la Faculté de Médecine de Nice**
**PROFESSEURS PREMIERE CLASSE**

Mme	ASKENAZY-GITTARD Florence	Pédopsychiatrie (49.04)
M.	BAQUÉ Patrick	Anatomie - Chirurgie Générale (42.01)
M.	BARRANGER Emmanuel	Gynécologie Obstétrique (54.03)
M.	BÉRARD Étienne	Pédiatrie (54.01)
Mme	BLANC-PEDEUTOUR Florence	Cancérologie – Génétique (47.02)
M.	BONGAIN André	Gynécologie-Obstétrique (54.03)
Mme	BREUIL Véronique	Rhumatologie (50.01)
M.	CASTILLO Laurent	O.R.L. (55.01)
M.	DE PERETTI Fernand	Anatomie-Chirurgie Orthopédique (42.01)
M.	DRICI Milou-Daniel	Pharmacologie Clinique (48.03)
M.	FERRARI Émile	Cardiologie (51.02)
M.	FERRERO Jean-Marc	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M.	GIBELIN Pierre	Cardiologie (51.02)
M.	GUGENHEIM Jean	Chirurgie Digestive (52.02)
M.	HANNOUN-LEVI Jean-Michel	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M.	LONJON Michel	Neurochirurgie (49.02)
M.	MOUNIER Nicolas	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M.	PADOVANI Bernard	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
M.	PICHE Thierry	Gastro-entérologie (52.01)
M.	PRADIER Christian	Épidémiologie, Économie de la Santé et Prévention (46.01)
Mme	RAYNAUD Dominique	Hématologie (47.01)
M.	ROSENTHAL Éric	Médecine Interne (53.01)
M.	SCHNEIDER Stéphane	Nutrition (44.04)
M.	STACCINI Pascal	Biostatistiques et Informatique Médicale (46.04)
M.	THOMAS Pierre	Neurologie (49.01)



## Liste des professeurs au 1er septembre 2017 à la Faculté de Médecine de Nice

## PROFESSEURS DEUXIEME CLASSE

Mme	ALUNNI Véronique	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M.	ANTY Rodolphe	Gastro-entérologie (52.01)
M.	BAHADORAN Philippe	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	BAILLIF Stéphanie	Ophthalmologie (55.02)
M.	BENIZRI Emmanuel	Chirurgie Générale (53.02)
M.	BENOIT Michel	Psychiatrie (49.03)
M.	BREAUD Jean	Chirurgie Infantile (54-02)
M.	CARLES Michel	Anesthésiologie Réanimation (48.01)
M.	CHEVALIER Nicolas	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04)
M.	CHEVALLIER Patrick	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
Mme	CHINETTI Giulia	Biochimie-Biologie Moléculaire (44.01)
M.	CLUZEAU Thomas	Hématologie (47.01)
M.	DELLAMONICA Jean	réanimation médicale (48.02)
M.	DELOTTE Jérôme	Gynécologie-obstétrique (54.03)
M.	FONTAINE Denys	Neurochirurgie (49.02)
M.	FOURNIER Jean-Paul	Thérapeutique (48-04)
Mlle	GIORDANENGO Valérie	Bactériologie-Virologie (45.01)
M.	GUÉRIN Olivier	Gériatrie (48.04)
M.	IANNELLI Antonio	Chirurgie Digestive (52.02)
M	JEAN BAPTISTE Elixène	Chirurgie vasculaire (51.04)
M.	LEVRAUT Jacques	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	PASSERON Thierry	Dermato-Vénérologie (50-03)
M.	ROGER Pierre-Marie	Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales (45.03)
M.	ROHRLICH Pierre	Pédiatrie (54.01)
M.	ROUX Christian	rhumatologie (50.01)
M.	RUIMY Raymond	Bactériologie-virologie (45.01)
Mme	SACCONI Sabrina	Neurologie (49.01)
M.	SADOUL Jean-Louis	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04)
M.	TROJANI Christophe	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M.	VENISSAC Nicolas	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)

**Liste des professeurs au 1er septembre 2017 à la Faculté de Médecine de Nice**
**PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS**

M. HOFFLIGER Philippe Médecine Générale (53.03)

**MAITRE DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS**

M. DARMON David Médecine Générale (53.03)

**PROFESSEURS AGRÉGÉS**

Mme LANDI Rebecca Anglais

**MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS**

M. AMBROSETTI Damien Cytologie et Histologie (42.02)  
 Mme BANNWARTH Sylvie Génétique (47.04)  
 M. BENOLIEL José Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)  
 Mme BERNARD-POMIER Ghislaine Immunologie (47.03)  
 M. BRONSARD Nicolas Anatomie Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (42.01)  
 Mme BUREL-VANDEBOS Fanny Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)  
 M. DOGLIO Alain Bactériologie-Virologie (45.01)  
 M. DOYEN Jérôme Radiothérapie (47.02)  
 M. FAVRE Guillaume Néphrologie (52.03)  
 M. FOSSE Thierry Bactériologie-Virologie-Hygiène (45.01)  
 M. GARRAFFO Rodolphe Pharmacologie Fondamentale (48.03)  
 Mme GIOVANNINI-CHAMI Lisa Pédiatrie (54.01)  
 Mme HINAULT Charlotte Biochimie et biologie moléculaire (44.01)  
 M. HUMBERT Olivier Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)  
 Mme LAMY Brigitte Bactériologie-virologie (45.01)  
 Mme LEGROS Laurence Hématologie et Transfusion (47.01)  
 Mme LONG-MIRA Elodie Cytologie et Histologie (42.02)  
 Mme MAGNIÉ Marie-Noëlle Physiologie (44.02)  
 Mme MOCERI Pamela Cardiologie (51.02)  
 Mme MUSSO-LASSALLE Sandra Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)  
 M. NAÏMI Mourad Biochimie et Biologie moléculaire (44.01)  
 Mme POMARES Christelle Parasitologie et mycologie (45.02)  
 Mme SEITZ-POLSKI Barbara Immunologie (47.03)  
 M. TESTA Jean Épidémiologie Économie de la Santé et Prévention (46.01)  
 M. TOULON Pierre Hématologie et Transfusion (47.01)



**Liste des professeurs au 1er septembre 2017 à la Faculté de Médecine de Nice**
**PRATICIEN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE**

M.	DURAND Matthieu	Urologie (52.04)
M.	ILIE Marius	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)

**PROFESSEURS ASSOCIÉS**

M.	GARDON Gilles	Médecine Générale (53.03)
Mme	HURST Samia	Thérapeutique (48.04)
M.	PAPA Michel	Médecine Générale (53.03)

**MAITRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS**

M	BALDIN Jean-Luc	Médecine Générale (53.03)
Mme	CASTA Céline	Médecine Générale (53.03)
M.	HOGU Nicolas	Médecine Générale (53.03)
Mme	MONNIER Brigitte	Médecine Générale (53.03)

**PROFESSEURS CONVENTIONNÉS DE L'UNIVERSITÉ**

M.	BERTRAND François	Médecine Interne
M.	BROCKER Patrice	Médecine Interne Option Gériatrie
M.	CHEVALLIER Daniel	Urologie
Mme	FOURNIER-MEHOUAS Manuella	Médecine Physique et Réadaptation
M.	JAMBOU Patrick	Coordination prélèvements d'organes
M.	ODIN Guillaume	Chirurgie maxilo-faciale
M.	PEYRADE Frédéric	Onco-Hématologie
M.	PICCARD Bertrand	Psychiatrie
M.	QUARANTA Jean-François	Santé Publique

## Remerciements

Au Professeur Carole ICHAI

Merci de présider cette thèse. C'est lors de mon stage au sein de votre service que, jeune externe toute ébahie devant la gestion des malades choqués, polytraumatisés, j'ai choisi cette spécialité. C'est encore au sein de votre réanimation que, jeune interne, j'ai pu forger mes armes. J'admire la manière dont vous dirigez votre équipe, j'ai énormément appris grâce à cette rigueur. Cela a été un honneur et un vrai plaisir de pouvoir réaliser cette étude dans votre service. Je tiens à vous adresser toute ma gratitude et mon profond respect.

Au Professeur Jean DELLAMONICA

Pour ta pédagogie. Devant un respirateur, tu as su transformer cette machine futuriste et ultrasonore que j'avais découvert lors de mes premières gardes d'externe en un outil nettement plus compréhensible. Etudiante en D4, en stage dans ton service, tu m'avais conforté dans mon choix d'anesthésiste-réanimateur. Je suis très honorée que tu aies accepté de siéger au jury de ma thèse, malgré une demande faite au pied levé. Ton expertise concernant la mécanique ventilatoire sera précieuse. Merci.

Au Professeur Manuella FOURNIER-MEHOUAS

Mon expérience d'interne en réanimation s'arrête bien souvent aux portes de la sortie... et c'est très dommage. Nous ignorons ce qui se passe au sein de l'unité des cérébrolésés que vous dirigez. Aujourd'hui, vous me faites l'honneur d'apporter votre expérience de médecin rééducateur à la critique de ce travail. Je vous prie de bien vouloir accepter toute ma considération.

Au Docteur Charles RAPHAELLI

Vous me faites l'honneur de participer au jury de ma thèse. Il était important de pouvoir présenter cette étude basée sur l'échographie à un radiologue, et je vous remercie de l'intérêt que vous avez porté à mon travail.

Au Professeur Marc RAUCOULES

Pour la formation d'anesthésiste que j'ai reçu pendant ces 5 années d'internat. Merci de nous avoir fait confiance en nous intégrant aux équipes. Merci de me faire l'honneur de participer à mon jury de thèse, je suis heureuse de pouvoir compter sur vous.

Au Docteur Audrey SCARLATTI

Tu es une directrice de thèse formidable (en plus de la grimpeuse, trailleuse et triathlète) ! Merci de m'avoir guidé pour ce sujet. Merci pour toutes tes échographies (qui tombaient toujours le week-end). Merci pour tes relectures ultras rapides. Et surtout, merci pour ton enthousiasme sans faille.

## **A ma famille**

A mes 4 grands-parents : aux « Tonga », qui ont trébuché deux ados en camping-car en Tunisie et qui font toujours du camping à presque 80 ans. A la mamie moderne dont la soif de connaissance est toujours intarissable. Aux « Dianes » : à celle qui cuisine les meilleures patates farcies, qui parle peu mais peut tout écouter et avec une douceur infinie. A celui qui, à plus de 80 ans, avec sa patte folle et sa main morte s'occupe toujours des lapins, des poules et du jardin. Vous êtes des sacrées leçons de vie.

Maman : parce que sans l'éducation rigoureuse que j'ai reçue, je ne serais pas là ce soir. Sans jamais trop t'épancher, tu as toujours été là pour me soutenir et l'air de rien, tu m'as transmis ta volonté et ta détermination (un marathon à 49 ans, un 100 km à 50 ans ... quand même, qu'est-ce que ça va être l'année prochaine ?!).

Papa : parce que je ne serais pas la même sans les échappées philosophiques et culturelles que tu m'as offertes tout au long de mon parcours. Parce que discuter avec toi est un bol d'air, un arrêt sur image dans l'engrenage de la vie. Merci pour tes conseils et tes réassurances, j'en avais besoin.

A mon frère et ma sœur : Cha, quand est-ce que tu reviens faire les boutiques et me raconter tes histoires d'hosto ? Arsène, on retourne faire un tour de VTT ? Vous avez pris des chemins aussi surprenant l'un que l'autre mais qui vous ont amené si loin... vous me manquez !

A mes courageux relecteurs : Cha, merci pour ta relecture critique très pertinente, Aurélio, je ne te connaissais pas ce talent de l'orthographe, Arsène ton anglais est vraiment béton !

A Vivien : c'est difficile d'écrire une tirade aussi belle et drôle que la tienne, pardonne-moi si je berce dans la romance. A nos jeunes années si remplies, si intenses qu'elles ont filées sans crier garde. Pourtant aujourd'hui, tu es là, tu m'épauls, tu me motives, tu m'entraînes... et tu me laisses souffler. Pour l'équilibre que tu m'apportes et tous les rêves que tu m'amènes. Pour ta quête du parfait itinéraire, de vie et de voyage. Moi aussi j'ai de la chance d'être avec toi.

A ma famille élargie : Aurelio, Pascal, Greg et sa troupe, Domi, Yves, Jean, Sabrina, Blanche, Ulysse ; je suis ravie de partager tous ces moments avec vous.

## **A mes collègues :**

J'ai choisi cette spécialité après un, puis deux stages d'externe en réanimation pour ce que l'on recherche quand on est jeune bien sûr : l'urgence, l'adrénaline... mais surtout pour le travail d'équipe. Au fil de l'internat, j'ai découvert bien d'autres aspects de cette spécialité mais toujours des équipes solides, motivées avec lesquelles j'ai aimé apprendre et travailler jusqu'au bout de la nuit.

Ma promo de co-internes : Eve, Elo, Romain, Maxime, Abdel, Julien et (re)Vivien : 5 ans déjà à trimer ensemble sans jamais se prendre le chou même pour les gardes de Noël. Eve et Elo : des filles qui parlent peu et sur qui on peut compter... heureusement, ça compense les imitations théâtrales de Julien, le débit ouvert de blagounettes de Romain, les serments à l'eau de rose d'Abdel, et les remarques aiguisées de Max. Nos repas de promo me manquent déjà et vous n'avez pas fini les rhums arrangés !

Aux internes à peine plus vieux qui m'ont chapoté lors de nos débuts à St Roch : Romain, Thomas, Melissa, Mohammed et puis Seb t'étais déjà plus interne mais quand même dans le même lot !

Aux plus jeunes : Julie qui ne lâche jamais rien, Chloé posée et efficace, Ludo qui cache bien toutes ses connaissances derrière son air de corse tranquille, Franck tellement impliqué qu'il te fait culpabiliser, Romain à qui rien ne fait peur, Philippe qui un jour arrêtera de fumer, Vincent B qui gère plus de 4 casquettes en même temps, Quentin et Ben qui t'apprennent la fiscalité, DE qu'il vaut mieux ne pas énerver, Léonore et Louis-Antoine qui m'ont permis d'avoir le bon timing le matin en 12-13 ...et puis tous les autres : Marine, Luc, Florent, Marion, Carole, César, Ophélie, Carlo, Willem, Mohammed, Jérôme, Lyor, Alix... vous êtes si nombreux maintenant, j'ai fait quelques gardes seulement avec vous, j'espère qu'on se recroisera par la suite.

A nos jeunes MAR diplômés : à Fabien pour démystifier word et parce qu'on raffole de tes potins. A Jordan pour tout ce qu'on a appris avec toi en simulation et en garde. A Nico qui prouve qu'on peut être calme et anesthésiste en même temps. A Claire, pour la passion que tu mets dans ton travail. A Yannick qui met tout ce qu'on n'aura jamais le temps de lire en ligne. A Rémi pour ton flegme légendaire.

A l'équipe de la réanimation saint Roch : aux médecins exemplaires et dévoués : Corinne, Jean-Chri, Hervé, Audrey, Flo et Seb ; aux infirmiers (Emeline, Francois, Cédric, Isa, Océane, Pauline, Christelle, Benoit...), et aux aides-soignants (Yves, Ketty...) tellement compétents : vous êtes bien trop nombreux pour tous vous citer. Merci de m'avoir pris sous votre aile pour me former, j'ai adoré mon stage et mes gardes avec vous. Une dédicace spéciale aux kinés et aux secrétaires de la réanimation pour leur implication et leur aide durant cette étude.



A l'équipe de viscéral : Maitre Sowka, Olivier, Mona, Jean-Paul, Walid, Jérémie, Hanta avec qui j'ai passé un excellent premier semestre d'anesthésie. A Merwan qui m'a un peu décoincée. Andréa et Arianna, ça a été un vrai plaisir de vous rencontrer en garde. Aux IADE à qui j'ai grappillé plein de petits trucs : Franck (technique de perfusion imparable), Brigitte, Céline, Rosiane...

A l'équipe du STCPO : Bernard, Daisy (notre 2° maman) et PED (ou contester pour mieux discuter) : un trio atypique, des personnalités hors normes, un super stage avec vous et toute l'équipe infirmière.

A la team ortho-IULS : A Emma, Mike, et Séverine pour m'avoir bien dégourdie avec la sonde d'écho et les aiguilles. Au duo Amélie-Emilie pour m'avoir appris le bloc axillaire. A Laurie pour m'avoir fait confiance 2 ans plus tard. Aux plus grands absents : Loïc et Michel, ça fait encore un sacré vide. Aux IADE et AS qui rendent tout ça beaucoup plus drôle : Sigrid, Betty, Flory, Oliv, Franck, Gaby....

A l'équipe thorax-vasculaire : Flo, j'ai adoré travailler avec toi en réa et encore plus au thorax. Sabi, ton bon sens et ton implication sont un vrai modèle. Jérôme et Matthieu pour les nouveautés et méthodes hors académie niçoise. Merci aux IADE (Xavier, Kristen, Flo, Noémie, Francis, Sophie...) et infirmières du H qui font un boulot formidable.

A la réanimation d'Antibes : Xavier, Ludo, Cécilia, Phillipe, Fabrice, Olivier et à tous les infirmiers et AS : Quelle équipe ! Je sais bien pourquoi je veux bosser avec vous !

A la réanimation de Saint Denis : grâce à ce stage, j'ai connu des médecins et infirmiers géniaux qui m'ont fait découvrir entre autres la leptospirose, l'ECMO et le créole. Merci Nicolas, Julien, Romain, Dorothée, Bruno et Thomas !

A l'équipe de Pédiatrie pour m'avoir déchiffré les règles de ce monde si particulier et m'avoir fait aimer ça !

A la Mater : A Annick Lallia et Didier pour m'avoir appris à poser mes premières péridurales. A Isabelle, Steph, Anna-Lisa, Nath et Elodie pour m'avoir enseigné le reste. Aux IADE, Agnès, Florence, Betty, Virginie.... pour le thé et les conseils pratiques. Merci de m'avoir accordé le temps précieux pour finir d'écrire cette thèse.

A ceux du bloc d'urgence qui m'ont aidé à affronter les jours (Yann, Marianne, Maxime, Laurence, Aurélie) et les nuits (Seb, Béné, Sandrine, Joelle) du fameux tableau B. A Guillaume, toujours présent avec moi les samedis ! A tous les collègues chirurgiens qui en bavent encore plus que nous.

### **A mes amis :**

Clara et marc : on passe des super vacances à chaque fois, dommage que vous ayez choppé le virus de l'enfantement avant nous, ça va être plus compliqué pour les canyons !

Alex et Mathilde : on se voit trop à l'hosto et pas assez à la salle non ?

Aux princesses de la grimpe : Julie (on partage plus souvent un verre que la corde en ce moment mais, si, si, tu me tires quand même vers le haut !), Mathilde (mon binôme grimpe et karaoké infatigable, à quand notre prochain trip ?) et encore l'autre Mathilde (oui, celle avec les oiseaux dans le dos !) sans oublier Mel, Pauline et Lina. Toutes des Nanas qui font honneur au féminisme. Promis quand je rentre d'Australie, on retourne grimper les filles !

Aux mecs aussi : Yannick, Damien, Julien, Eric, PA, Adri : toujours contente de partager un bout de falaise avec vous.

A mes colloc de la Montagne : Chloé et notre twitwi, Maylis, Estelle, Seb, Matthieu et puis aussi Philippe et Laure avec qui j'ai découvert la Réunion : vivement la prochaine session retrouvaille !

**A mon chat**, Jojo qui a complètement perdu son stock de bons points antistress en ramenant un rat d'égout coupé en deux cette nuit.

Université de Nice Sophia-Antipolis

Faculté de Médecine de Nice

Année 2016-2017

**Analyses échographiques de l'évolution de la masse musculaire  
et du diaphragme en réanimation**

**Thèse de Médecine**

Pour l'obtention du grade de Docteur en Médecine (Diplôme d'état)

Présentée et soutenue publiquement le mercredi 11 Octobre 2017 par

**Mlle Juliette FRANCOIS**

Née le 22 janvier 1988 à Remiremont

Interne des Hôpitaux de Nice

Spécialité Anesthésie – Réanimation

---

Composition du jury :

Madame le Professeur Carole ICHAI	Présidente du Jury
Monsieur le Professeur Jean DELLAMONICA	Assesseur
Madame le Professeur Manuella FOURNIER-MEHOUAS	Assesseur
Monsieur le Docteur Charles RAPHAELLI	Assesseur
Monsieur le Professeur Marc RAUCOULES	Assesseur
Madame le Docteur Audrey SCARLATTI	Directrice de thèse

## Table des matières

<b>I. Résumé.....</b>	<b>16</b>
<b>II. Liste des abréviations :.....</b>	<b>18</b>
<b>III. Introduction :.....</b>	<b>19</b>
1) Neuromyopathie acquise en réanimation (NMAR).....	19
2) Evaluation de la masse musculaire par échographie du quadriceps fémoral.....	20
3) Échographie diaphragmatique : dysfonction diaphragmatique et sevrage respiratoire .....	21
4) Réhabilitation et mobilisation précoces.....	23
5) Electrostimulation musculaire en réanimation.....	24
<b>IV. Matériel et Méthode.....</b>	<b>26</b>
1) Population incluse .....	26
2) Echographies musculaires .....	27
3) Echographies diaphragmatiques .....	28
4) Réhabilitation précoce .....	28
5) Critères de jugement.....	30
<b>V. Résultats.....</b>	<b>32</b>
1) Diagramme de flux .....	32
2) Tests statistiques .....	33
3) Statistiques descriptives.....	34
4) Statistiques analytiques.....	39
a) Critère de jugement principal.....	39
b) Critères de jugement secondaires.....	40
c) Reproductivité inter opérateur des échographies musculaires .....	50
<b>VI. Discussion.....</b>	<b>52</b>
<b>VII. Conclusion .....</b>	<b>55</b>
<b>VIII. Bibliographie .....</b>	<b>56</b>
<b>IX. Annexes.....</b>	<b>60</b>
1) Protocole de l'étude .....	60
2) Feuille de recueil des données échographiques .....	61
3) SF36 .....	62
4) MRC .....	65
5) CPAx : The Chelsea Critical Care Physical Assessment Tool .....	66

## I. Résumé

### ***Introduction :***

La neuromyopathie acquise en réanimation est une complication fréquente avec des répercussions sur le sevrage respiratoire et la durée de séjour en réanimation. Elle est diagnostiquée par un score MRC < 48 chez des patients éveillés et coopérants. En réanimation, l'évaluation de la masse musculaire par échographie pourrait permettre un diagnostic plus précoce. La neuromyopathie induit également des dysfonctions diaphragmatiques qui peuvent être diagnostiquées à l'échographie. S'il n'existe pas de traitement curatif, la mobilisation précoce pourrait diminuer son incidence. L'objectif de cette étude est d'évaluer par échographie la fonte musculaire au niveau des quadriceps durant la première semaine de réanimation.

### ***Matériel et méthode :***

Il s'agit d'une étude prospective, observationnelle, monocentrique, réalisée dans un service de réanimation polyvalente. Les patients ayant un score Apache II > 13 et ventilés plus de 48 h sont inclus de manière consécutive. Nous réalisons des échographies musculaires au niveau des quadriceps à J2, J7 et J14 : la masse musculaire est estimée en mesurant l'aire de section transversale du muscle droit antérieur et vaste intermédiaire. Il y a 3 sites de mesures par quadriceps : proximal, médial et distal. Les patients n'ayant pas eu d'échographie musculaire à J7 sont exclus. Nous réalisons également des échographies diaphragmatiques avec mesure du temps d'excursion diaphragmatique en VSAI, lors de l'épreuve de VSNA et lors de l'extubation. Le score MRC est mesuré à la sortie de réanimation. Les patients sont revus à 6 mois avec mesure du score MRC et du SF36. Le critère de jugement principal est la fonte musculaire la première semaine de réanimation : différence absolue entre les échographies musculaires de J2 et de J7. La réhabilitation était celle effectuée habituellement par les kinésithérapeutes du service avec utilisation de cycloergomètre et d'EMS.

### ***Résultats :***

64 patients ont été inclus de septembre 2016 à février 2017 et 55 patients ont pu être analysés. Il existe une fonte musculaire significative des quadriceps de J2 à J7 avec une différence absolue de -0.3 cm en proximal ( $p = 0.02$ ), de -0.4cm en médial ( $p = 0.0004$ ) et de -0.1cm en distal ( $p = 0.015$ ). Il n'y a pas de relation significative entre la fonte musculaire et les techniques de réhabilitation ni avec le score MRC de sortie. Le temps d'excursion diaphragmatique augmente significativement au cours des étapes du sevrage respiratoire.

### ***Conclusions :***

La fonte musculaire existe de manière précoce, dès J7. L'échographie musculaire du quadriceps fémoral réalisé en position médiale à mi-cuisse en est un bon marqueur pour le diagnostic et le suivi.



## **Abstract :**

### ***Purpose :***

ICU acquired neuromyopathy is a frequent complication with implications for weaning from mechanical ventilation and ICU length of stay. It is diagnosed with an MRC score < 48 on awake and cooperating patients. In ICU, evaluation of muscle mass by ultrasound could lead to earlier diagnosis. Neuromyopathy also induces diaphragmatic dysfunctions that can be diagnosed by ultrasound. While no curative therapy exists, early physiotherapy may decrease its incidence. The objective is to evaluate muscle loss on quadriceps during the first week of intensive care.

### ***Methods :***

This is a prospective, observational, monocentric study performed in a ICU. Patients with Apache II score > 13 and ventilated for more than 48 hours are included consecutively. Muscle mass is evaluated with ultrasound, by measuring the cross sectional diameter of the vastus intermedius and the rectus femoris of the quadriceps muscle on D2, D7 and D14. There are 3 measurements per quadriceps: proximal, medial and distal. Patients who did not have muscle ultrasound at D7 were excluded. We also perform diaphragmatic ultrasounds with diaphragmatic excursion time measurement in partial assist mode, during the Ttube test and after extubation. The MRC score is measured at the ICU exit. Patients are examined at 6 months with MRC and SF36 score. The primary endpoint is muscle loss in the first week of intensive care: absolute difference between the muscular ultrasounds of D2 and D7. The rehabilitation was the one usually performed by the physiotherapists of the department using cycloergometer and EMS.

### ***Results :***

64 patients have been included from September 2016 to February 2017 and 55 patients were analysed. There is significant muscle loss of the quadriceps from D2 to D7 with an absolute difference of -0.3 cm in proximal ( $p = 0.02$ ), -0.4 cm in medial ( $p = 0.0004$ ) and -0.1 cm in distal ( $p = 0.015$ ). There is no significant relationship between muscle loss and rehabilitation techniques or the MRC exit score. Diaphragmatic excursion time increases significantly during the respiratory weaning steps.

### ***Conclusions :***

ICU acquired neuromyopathy occurs early, from D7. The muscular ultrasound of the femoral quadriceps performed on the medial position is a good marker for diagnosis and follow-up.

## II. Liste des abréviations :

Cyclo	Cycloergomètre
Cpax	Chelsea Critical Care Physical Assessment Tool
EFR	Epreuve fonctionnelles respiratoires
EIAS	Epine iliaque antéro-supérieur
EMS	Electrostimulation musculaire
ICU	Intensive care unit
IOT	Intubation oro-trachéale
LATA	Limitation et/ou arrêt des thérapeutiques actives
MRC	Medical Research council
NMAR	Neuromyopathie acquise en réanimation
NIF	Negative inspiratory pressure
PO.1	Pression d'occlusion
SF36	Short Form (36) Health Survey
RF	Rectus femorus = muscle droit antérieur
TE	Temps d'excursion (diaphragmatique)
VI	Vastus intermedius = muscle vaste intermédiaire
VM	Ventilation mécanique
VSAI	Ventilation spontanée en aide inspiratoire
VSNA	Ventilation spontanée au nez artificiel (ou Ttube)

### **III. Introduction :**

Au cours d'une hospitalisation en réanimation, de nombreux facteurs se combinent pour générer une atrophie musculaire : défaillances d'organes, sepsis, hyperglycémie, médicaments tel que corticoïdes et curares ...(1) ; l'immobilisation prolongée au lit est un facteur très important impliqué dans ce processus (2). À court terme, cela favorise les difficultés de sevrage respiratoire (3) et la prolongation des durées de séjour (1) ; à long terme, la qualité de vie et le statut fonctionnel sont altérés (4). La réhabilitation avec mobilisation précoce comprenant, en outre, l'utilisation de l'électrostimulation musculaire, vise à limiter l'apparition de cette neuromyopathie acquise en réanimation.

#### **1) Neuromyopathie acquise en réanimation (NMAR)**

Les NMAR sont fréquemment observées chez les patients ayant nécessité plusieurs jours de ventilation mécanique dans le cadre de la prise en charge d'une pathologie grave en réanimation.

Une atteinte nerveuse et une atteinte musculaire coexistent : l'atteinte nerveuse est une atteinte axonale, aiguë, diffuse à prédominance motrice entraînant une atrophie musculaire de dénervation. Le système nerveux autonome n'est pas touché. L'atteinte musculaire est consécutive à une atteinte du motoneurone générant une amyotrophie de dénervation, à une atteinte de la jonction neuro-musculaire avec diminution de l'excitabilité membranaire musculaire (en particulier après l'utilisation de curares) et à une atteinte directe du muscle par augmentation du catabolisme protidique particulièrement en cas de sepsis et de dénutrition (3,5).

Les principaux facteurs de risque sont le sepsis, la durée de la défaillance multiviscérale et d'immobilisation, l'utilisation de corticostéroïdes et l'hyperglycémie (1).

L'exploration électrophysiologique a longtemps été utilisée comme moyen de détection chez des patients présentant des altérations importantes de la conscience. L'électromyogramme met alors en évidence des fibrillations, des potentiels lents de dénervation et des fasciculations.

En effet, la mise en évidence clinique du déficit moteur n'est possible qu'après le retour à un état d'éveil et de compréhension satisfaisant. La coopération du patient permet alors d'évaluer avec fiabilité la force musculaire. Le déficit moteur touche les quatre membres avec une intensité variable, allant de la tétraparésie à la tétraplégie flasque. Le déficit est bilatéral, symétrique, épargne la musculature faciale et prédomine aux segments proximaux des membres. Le score MRC qui évalue trois fonctions motrices sur chaque membre permet de préciser le degré d'atteinte motrice et d'en suivre l'évolution ; on parle de NMAR pour un score MRC < 48 (5,6).

La recherche d'une atrophie musculaire par échographie est une technique simple et non invasive qui pourrait permettre un diagnostic précoce de NMAR.

## 2) Evaluation de la masse musculaire par échographie du quadriceps fémoral

L'évaluation échographique de la masse musculaire au niveau du quadriceps fémoral est la technique la plus décrite (7–9). En effet, elle est facilement réalisable même en cas de fonte musculaire importante et elle est facilement reproductible (10).

Elle est corrélée à la force musculaire et à l'activité physique des patients de réanimation : corrélation au score PFIT-s (physical function in intensive care test scored ) et à l'échelle IMS (ICU mobility scale ) avec une corrélation forte pour l'épaisseur du muscle vaste intermédiaire et une corrélation moyenne pour l'épaisseur du muscle droit antérieur (9). La corrélation avec la force musculaire et les activités quotidiennes est également prouvée chez les patients insuffisants respiratoires chroniques (10).

En termes de physiopathologie, le muscle quadriceps se divise en 4 faisceaux dont deux vont nous intéresser pour l'évaluation échographique : le muscle droit antérieur et le muscle vaste intermédiaire.

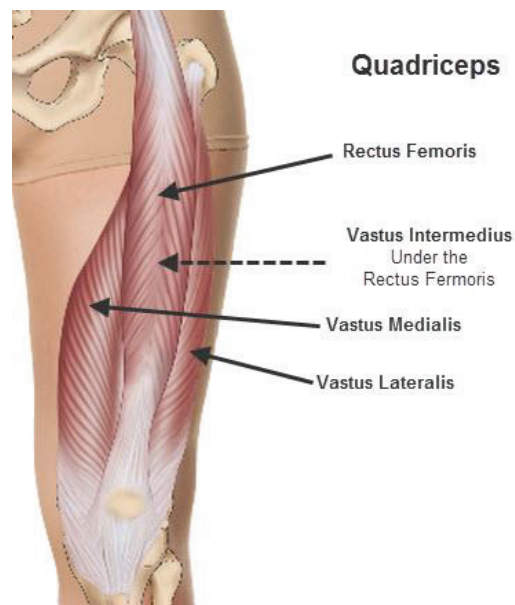


Image 1 : Anatomie du quadriceps

Le muscle droit antérieur est un muscle puissant, utile pour les mouvements rapides comme, par exemple, décrocher un coup de pied, alors que le muscle vaste intermédiaire à une fonction stabilisatrice importante pour la station debout et la marche. Lors d'une immobilisation prolongée, la fonte du muscle droit antérieur est la plus rapide (9).

Dans l'étude de Gerovasili et al (11) , première étude évaluant par échographie l'effet de l'électrostimulation musculaire, l'évaluation échographique se fait au niveau du quadriceps en mesurant l'air de section transversale des muscles droit antérieur et vaste intermédiaire. La sonde d'échographie Haute Fréquence (7,5 MHz) est positionnée à mi-distance entre l'EIAS et le sommet de la rotule, la position de la sonde est marquée pour les mesures suivantes. Ces mesures sont ensuite reprises dans toutes les autres études (12–14).

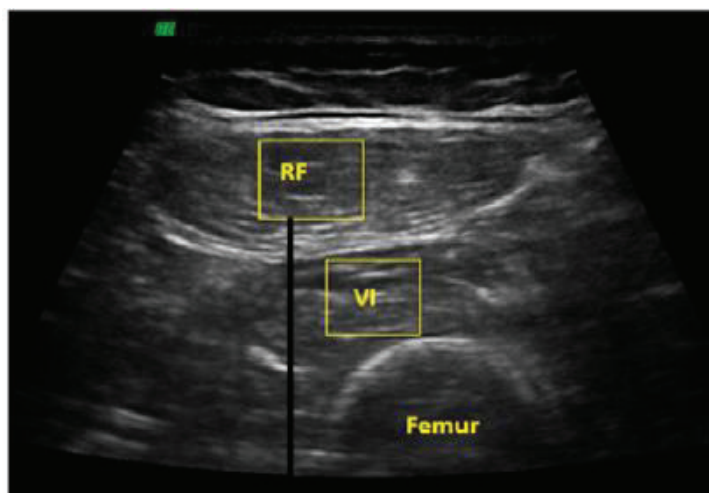


Image 2 : Coupe échographique transversale du quadriceps d'après (9)

Des biais de mesures peuvent survenir, notamment en cas de présence d'œdème, cause d'exclusion dans certaines études (11,13) ; ainsi, Fischer et al (14) met en évidence une augmentation de la masse musculaire évaluée par échographie corrélée à une balance hydrique positive.

### **3) Échographie diaphragmatique : dysfonction diaphragmatique et sevrage respiratoire**

La neuromyopathie acquise en réanimation augmente la durée de sevrage de la ventilation mécanique (1). Jung et al montrent que 80% des patients atteints de NMAR présentent une dysfonction diaphragmatique (15). Le diaphragme est le principal muscle inspiratoire et son atteinte est une cause fréquente de sevrage respiratoire difficile. Réciproquement, la ventilation mécanique, surtout en mode contrôlé, induit rapidement une dysfonction diaphragmatique (16).

Les mécanismes physiopathologiques sont liés à l'absence d'activité musculaire des muscles respiratoires mais également secondaires à l'utilisation de hauts niveaux de volume courant et se potentialisent avec d'autres sources d'agression systémique (médicaments, infection, dénutrition, hypoperfusion...) (17). La dysfonction diaphragmatique peut être diagnostiquée en mesurant la pression intratrachéale ( $P_{tr,stim}$ ) après une stimulation bilatérale des nerfs phréniques ; elle est définie pour une  $P_{tr,stim} < 11$  cmH<sub>2</sub>O. Demoule et al montrent que cette dysfonction diaphragmatique est présente chez plus de la moitié des patients de réanimation dès la mise sous ventilation mécanique (à H24). Elle est associée à un état septique et à un mauvais pronostic (18,19).

L'échographie diaphragmatique, qui est non invasive, permet une évaluation de la trophicité du diaphragme et indirectement de sa fonction (20,21). Deux techniques sont décrites : la mesure de la course du diaphragme (ou temps d'excursion diaphragmatique) et la mesure de l'épaisseur du diaphragme (3). Pour mesurer le temps d'excursion diaphragmatique, l'échographie doit être réalisée en ventilation spontanée (épreuve de T Tube) avec si possible une manœuvre d'inspiration forcée (21).



Elle est faite en position couchée afin de limiter la variabilité des mesures. La sonde utilisée est une sonde 3.5 à 5 MHz. La sonde est placée au niveau de la ligne médio claviculaire sous le rebord costal ou sur la ligne axillaire antérieure au niveau d'un des derniers espaces intercostaux. Le foie ou la rate servent de fenêtre acoustique pour chacun des hémidiaphragmes et la sonde est orientée de façon à voir la portion postérieure de l'hémidiaphragme le plus perpendiculairement possible. Lors d'un cycle respiratoire normal l'hémidiaphragme se déplace en direction caudale (vers la sonde) à l'inspiration et en direction crâniale à l'expiration. Le mode bidimensionnel (2D) permet de déterminer la meilleure approche et de sélectionner la ligne de travail. Le mode temps—mouvement (TM) mesure les mouvements du diaphragme dans le temps.

Même s'il n'existe aucune valeur validée, une mesure inférieure à 10 mm ou un mouvement négatif peuvent être pris comme valeur seuil diagnostiquant une dysfonction diaphragmatique (20).

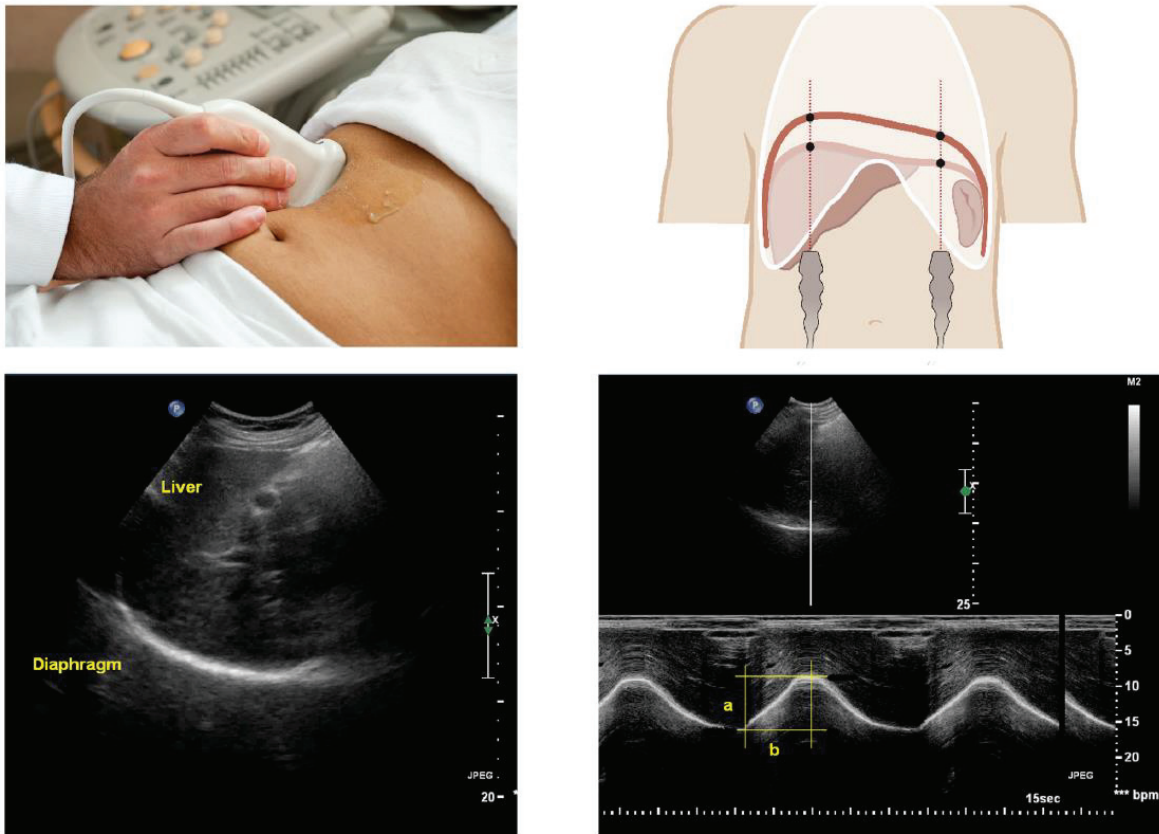


Image 3 : Coupes échographiques du diaphragme en 2D et TM d'après (21-22)

L'échographie diaphragmatique a été testée chez des volontaires sains et se révèle bien reproductible ; les valeurs limites inférieures pour le temps d'excursion diaphragmatique étaient de 0,9 cm pour les femmes, 1 cm pour les hommes au cours de la respiration calme ; 3,7 cm pour les femmes et 4,7 cm pour les hommes au cours d'une inspiration forcée (23).

Chez des patients évalués en pré et post opératoire de chirurgie abdominale, le temps d'excursion diaphragmatique est corrélé aux EFR : un temps d'excursion inférieur à 24 mm est associé à une baisse de 50 % de la capacité vitale de base (24).

Kim et al ont montré que la diminution du temps d'excursion diaphragmatique permet de prédire un échec de sevrage respiratoire : sur 82 patients ventilés pendant au moins 48h, 29% présentaient une dysfonction diaphragmatique (définie par un temps d'excursion diaphragmatique inférieur à 10 mn ou des mouvements paradoxaux) ce qui était associé à une durée plus importante de ventilation mécanique et des taux plus élevés d'échec de sevrage. En analysant les aires sous la courbe, le temps d'excursion diaphragmatique est aussi performant que le RSBI (*rapid shallow breathing index* ou rapport de la fréquence respiratoire sur le volume courant) pour prédire un échec de sevrage (25).

Jiang et al montrent également que la dysfonction diaphragmatique évaluée par échographie permet de prédire les échecs d'extubation. Pour une valeur seuil de 110 mm, la sensibilité et spécificité pour prédire le succès de l'extubation étaient respectivement de 84.4% et 82.6% (26).

D'autres paramètres permettant de prédire le succès du sevrage respiratoire sont décrits comme le PO. 1 et la NIF, paramètres intéressants à comparer à l'échographie diaphragmatique.

La PO.1 ou pression d'occlusion est la pression mesurée 0.1 seconde après le début de l'inspiration (la valve inspiratoire est maintenue fermée par le respirateur), c'est un reflet de la simulation des centres respiratoires centraux (27). Des valeurs supérieures à 6 cm d'H<sub>2</sub>O sont en faveur d'un échec de sevrage (28).

La NIF (negative inspiratory pressure) ou pression inspiratoire maximale (P<sub>imax</sub>) est la mesure de l'effort inspiratoire maximal (mesurée en VSAI avec un trigger en pression). Elle est un reflet de la force des muscles inspirateurs. Les valeurs seuils pour envisager un sevrage sont de -15 à -20 cm d'H<sub>2</sub>O. Pour obtenir une valeur maximale, la coopération du patient est nécessaire. (29,30).

#### **4) Réhabilitation et mobilisation précoces**

La réhabilitation en réanimation comprend un ensemble de techniques dont le but est de s'opposer aux effets délétères de l'immobilisation prolongée au lit et de l'inactivité. Le caractère précoce est très important car il souligne la volonté de mettre en œuvre ces techniques alors que le patient est encore assisté notamment par la ventilation mécanique (31).

Les recommandations formalisées d'experts de la SRLF de 2013 (32) préconisent de commencer au plus tôt (dans les 24-48h) la mobilisation, y compris chez les patients sédatisés. Le cycloergomètre doit être proposé en tant que technique passive chez les patients inconscients puis en tant qu'exercice actif. Chez les patients conscients, il faut envisager précocement la station assise au bord du lit, la mise au fauteuil, station debout et la

déambulation y compris chez le patient intubé et ventilé. Comme dit précédemment, l'électrostimulation musculaire doit être proposée si le patient de réanimation ne peut participer à un programme de mobilisation plus actif. Le programme de mobilisation doit comporter une à trois sessions quotidiennes, cinq à sept jours par semaine.

En effet, de nombreuses études ont montré l'effet bénéfique de la mobilisation précoce en réanimation (33–35) : l'étude de Morris et al (36) multicentrique, randomisée, comparant un protocole spécifique de mobilité avec une équipe dédiée versus des soins standards, a montré une réduction de mortalité de 6% ( $p = 0.125$ ) pour le groupe mobilisation précoce avec, chez les survivants, une diminution de la durée de séjour en réanimation et à l'hôpital. Schweickert et al (37) montrent que la mobilisation précoce couplée à un arrêt quotidien de sédation permet une augmentation des capacités fonctionnelles et de l'autonomie des patients à la sortie de réanimation, une diminution de la durée de ventilation mécanique et une diminution du délirium. Il n'y a pas d'évènements indésirables graves liés à la mobilisation décrit dans ces études.

L'utilisation du cycloergomètre peut se faire de manière passive chez des patients inconscients ou de manière active avec différentes intensités de pédalage chez le patient éveillé. Son utilisation en réanimation a montré une amélioration de la force du quadriceps et du test de marche de 6 minutes à la sortie d'hôpital ainsi qu'une amélioration de la qualité de vie évaluée par l'échelle SF36 (38). Aucun évènement indésirable n'a été décrit. Le cycloergomètre peut être utilisé chez les patients neurolésés sans entraîner d'HTIC (39). Actuellement, deux protocoles d'études sont en cours, l'un afin d'évaluer l'effet du cycloergomètre sur la force musculaire et les capacités fonctionnelles (40) et l'autre cherchant un effet sur la masse musculaire et la dysfonction diaphragmatique par échographie (12).

Concernant l'évaluation de l'efficacité de ces protocoles de réhabilitation et mobilisation précoces, différents scores sont disponibles et validés comme le score MRC pour la force musculaire utilisable surtout à la sortie de réanimation (41) et l'échelle SF36 pour l'autonomie et la qualité de vie (42). Le score Chelsea Critical Care Physical Assessment Tool (CPAx) développé spécifiquement pour l'autonomie et la mobilité des patients de réanimation semble intéressant (43,44).

## **5) Electrostimulation musculaire en réanimation**

Les effets bénéfiques de l'électrostimulation musculaire (EMS) sur la masse musculaire périphérique des patients de réanimation sont connus (45).

Les recommandations formalisées d'experts de la SRLF éditées en 2013 proposent l'électrostimulation musculaire si le patient de réanimation ne peut participer à un programme de mobilisation plus actif (Accord fort).(32)

En effet, les données sur les effets de l'électrostimulation en réanimation montrent une préservation de la masse musculaire évaluée par échographie : Gerovasili et al (11) ont montré que l'électrostimulation musculaire réalisée de manière quotidienne en réanimation au niveau des muscles quadriceps et longs péronés permettait une moindre diminution de la

masse musculaire évaluée par échographie au niveau des muscles droit antérieur et vaste intermédiaire. L'évaluation par échographie se faisait à J 2 et J7.

L'électrostimulation musculaire permet une meilleure réhabilitation en limitant l'apparition d'une NMAR: l'étude de Rousti et al (46) rapporte que les patients traités par électrostimulation pendant toute la durée de leur séjour présentent un score MRC significativement plus élevé au réveil et seraient sevrés plus rapidement de la ventilation mécanique. L'étude de Fischer et al (14) randomisée, en aveugle, montre également que l'électrostimulation réalisée de manière biquotidienne chez des patients en postopératoire de chirurgie cardio-thoracique pendant une durée de 15 jours permet une augmentation significative du score MRC.

De plus, cette technique est sûre : une étude observationnelle (47) montre qu'elle n'a pas d'incidence sur les fréquences cardiaques et respiratoires, la saturation en O2 et la pression artérielle. Elle permet une contraction visible du quadriceps dans 75 % des cas. Elle peut donc être instaurée précocement et elle peut être proposée à des patients conscients ou inconscients.

Cette technique est également très intéressante chez les patients de traumatologie qui peuvent présenter des contre-indications aux techniques de mobilisation actives tel que le cycloergomètre.

#### **IV. Matériel et Méthode**

Il s'agit d'une étude rétrospective, de données récoltées en prospectif, observationnelle, monocentrique, réalisée dans le service de réanimation polyvalente de l'hôpital Pasteur II de Nice.

L'objectif est d'évaluer par échographie la fonte musculaire au cours de l'hospitalisation en réanimation.

##### **1) Population incluse**

Les critères d'inclusion sont un score Apache II supérieur à 13 et une durée de ventilation mécanique supérieure à 48h.

Les critères de non inclusion sont l'âge inférieur à 18 ans, la grossesse, l'obésité avec un IMC supérieur à 35 (en raison de difficulté technique pour l'échographie et l'EMS), toute maladie neurologique évolutive (myasthénie, Guillain barré), les patients en mort encéphalique ou les patients neurolésés admis en vue d'un éventuel prélèvement d'organe et les patients pour lesquels une LATA (limitation ou arrêt des thérapeutiques actives) est décidée.

Les patients sont exclus de l'étude s'ils décèdent ou sortent de réanimation avant la réalisation de la deuxième échographie musculaire prévue à J7 ou en cas de LATA précoce.

Les patients sont inclus de manière consécutive s'ils présentent les critères d'inclusion à H48. La période d'inclusion s'étend de septembre 2016 à février 2017. Les patients ne sont pas randomisés.

Les données recueillies sont les caractéristiques démographiques des patients : âge, sexe, SOFA, APACHE II, le motif d'admission ; les paramètres de prise en charge : durée de sédation, de curarisation, l'utilisation de catécholamine, la présence d'un sepsis, la nutrition, une corticothérapie, un traitement par aminoside, la dénutrition avec la perte de poids, les paramètres de sevrage respiratoire avec la durée de ventilation mécanique, la durée d'intubation ou de trachéotomie, les échecs d'extubation, la NIF et la PO.1 lors de l'épreuve de ventilation spontanée ; la mobilisation avec le transfert en fauteuil, l'utilisation du cycloergomètre et de l'EMS ; la décision de LATA, la durée de séjour en réanimation et à l'hôpital, la mortalité en réanimation, à 1 mois et 6 mois.



## 2) Echographies musculaires

L'évaluation des patients comporte des échographies musculaires au niveau des deux quadriceps avec mesure de l'air de section transversale du muscle droit antérieur et du muscle vaste intermédiaire (mesure globale des 2 faisceaux musculaires). L'appareil d'échographie utilisé est un Vivid S5.

La sonde d'échographie Haute Fréquence (7,5 MHz) est positionnée sur la ligne reliant l'EIAS au sommet de la rotule avec 3 mesures le long de cette ligne :

- en proximal à 5 cm sous l'EIAS
- en médial à mi-cuisse (à mi-distance entre l'EIAS et le sommet de la rotule)
- en distal au sommet de la rotule.

La position de la sonde est notée pour les mesures suivantes.

Il y a donc 3 mesures par membre : proximale/ médiale /distale. Les échographies musculaires sont réalisées à J2 lors de l'inclusion, à J7 et à J14.

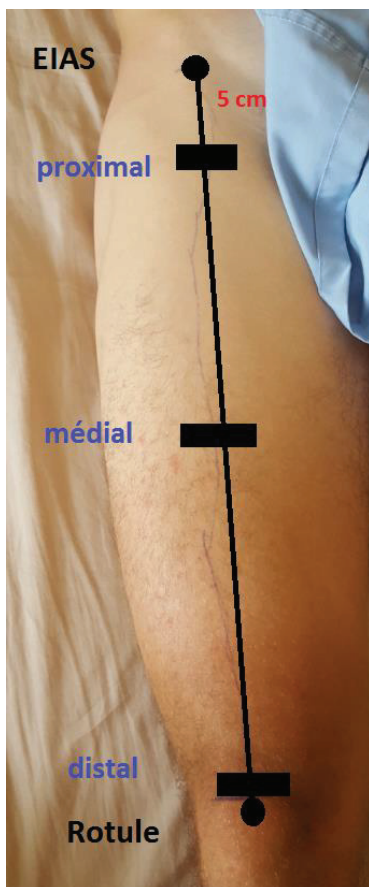


Image 4 : 3 positions de la sonde d'échographie

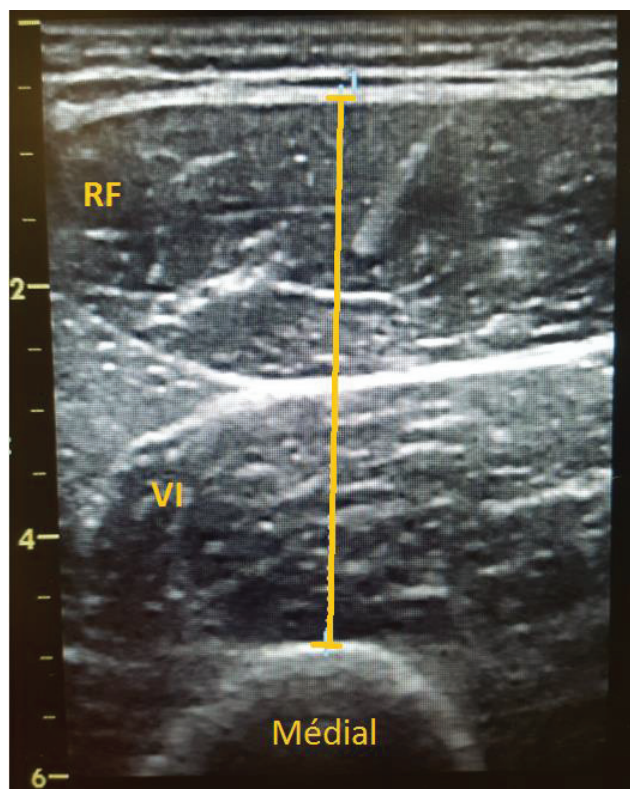


Image 5 : échographie en position médiale

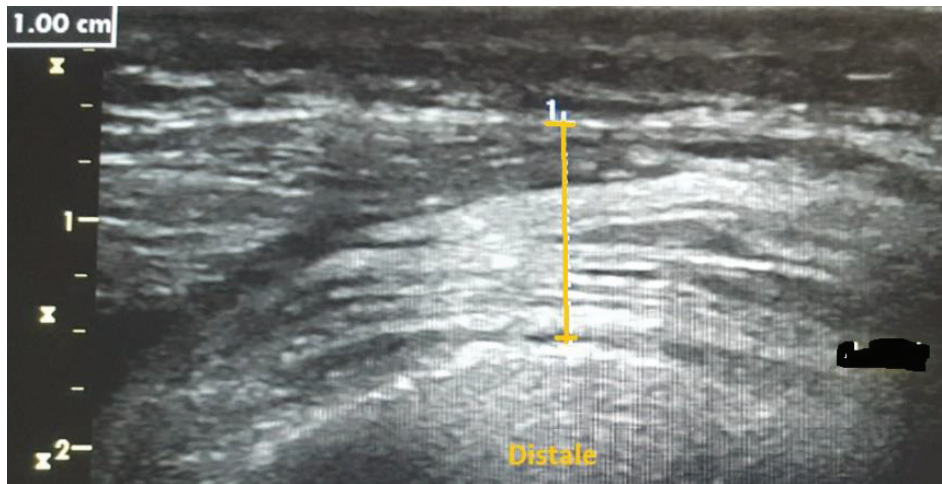


Image 6 : échographie en position distale

A chaque échographie musculaire, nous mesurons également le tour de cuisse à mi-distance entre l'EIAS et le sommet de la rotule, de manière bilatérale.

### **3) Echographies diaphragmatiques**

Nous réalisons également des échographies diaphragmatiques avec mesure du temps d'excursion diaphragmatique en VSAI, lors de l'épreuve de ventilation spontanée et lors de l'extubation. L'échographie est faite en position couchée afin de limiter la variabilité des mesures et uniquement à droite. La sonde utilisée est une sonde 3.5 à 5 MHz. La sonde est placée au niveau de la ligne médio claviculaire sous le rebord costal ou sur la ligne axillaire antérieure au niveau d'un des derniers espaces intercostaux. Le mode bi-dimensionnel (2D) permet de déterminer la meilleure approche et de sélectionner la ligne de travail. Le mode temps—mouvement (TM) mesure les mouvements du diaphragme dans le temps et nous donne le temps d'excursion diaphragmatique. En parallèle, le patient est remis en VSNA sur le respirateur (AI7, PEP 0) et on mesure la PO.1 et la NIF lors de l'épreuve de VS.

Les coupes échographiques ont été validées avec un sénior de radiologie lors de l'élaboration du protocole.

### **4) Réhabilitation précoce**

Il s'agit d'une étude observationnelle, le choix des différentes techniques de réhabilitation (mobilisation active et passive des membres, cycloergomètre, électrostimulation musculaire et transfert au fauteuil) est faite selon les contre-indications propre des patients pour certaines techniques (notamment les patients polytraumatisés ne pouvant être mobilisés), le choix et la disponibilité des kinésithérapeutes mais aussi la disponibilité des appareils, notamment de l'appareil d'électrostimulation musculaire (un seul appareil pour le service). Au sein de la réanimation, une équipe de quatre kinésithérapeutes exercent l'équivalent de 3,5 équivalent temps pleins, 5 jours sur 7. Les week-ends, seule une garde de kinésithérapie réalise la kinésithérapie respiratoire, sans mobilisation.

Les contre indications à l'électrostimulation sont la présence d'un pace maker et les lésions cutanées des membres inférieurs.

L'électrostimulation musculaire consiste en une séance de 40 à 55 mn, réalisée par le kinésithérapeute au niveau des deux quadriceps. Les paramètres sont réglés par le kinésithérapeute et comprennent une durée d'impulsion variant de 200 à 400  $\mu$ s, une fréquence de stimulation de 5 à 50 Hz et une intensité de 10 à 120 mA. L'objectif est la contraction visible ou palpable du quadriceps. La contraction devait être indolore si le patient était conscient.

Le cycloergomètre était utilisé au lit ou au fauteuil, en mode passif ou actif.



Image 7 : Electrostimulation musculaire au niveau des quadriceps



Image 8 : Cycloergomètre

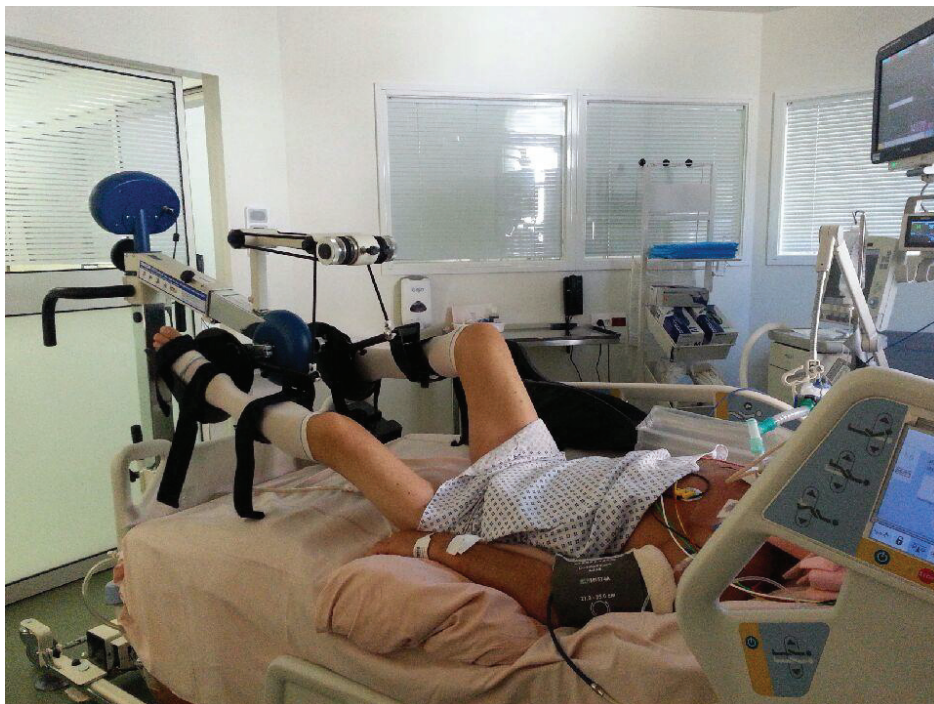


Image 9 : Le cycloergomètre en réanimation



Le score MRC et le Score Chelsea CPAx est mesuré à la sortie de réanimation et à 6 mois, généralement par les kinésithérapeutes. L'autonomie et qualité de vie est évaluée à 6 mois avec l'échelle SF36.

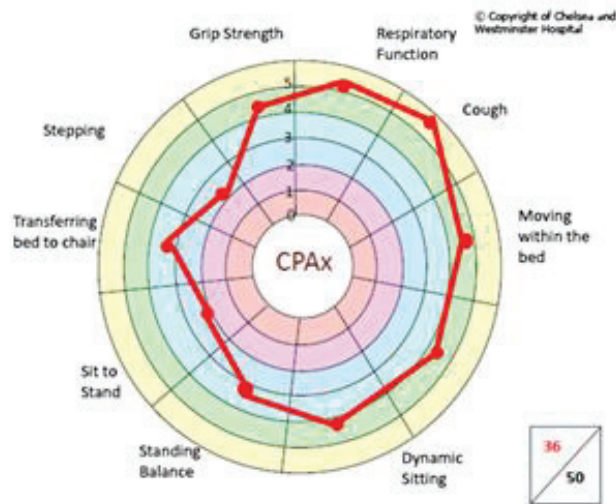


Image 10 : exemple de score Cpac

## 5) Critères de jugement

Le critère de jugement principal est la fonte musculaire la première semaine de réanimation : différence absolue entre les échographies musculaires de J2 et de J7.

Les critères de jugement secondaires sont de comparer les courbes de fonte musculaire selon les différentes échographies de J2 à J14, de comparer les variations des temps d'excursion diaphragmatique entre les échographies faites en VSAI, lors de l'épreuve de VS et à l'extubation, de comparer les durées de ventilation mécanique, les durées de séjour en réanimation et à l'hôpital, les pourcentages de récupération du score MRC à la sortie et à 6 mois, l'autonomie et la qualité de vie.

Nous voulons également évaluer la faisabilité de l'EMS pendant toute la durée du séjour en réanimation associée à un protocole de mobilisation précoce avec utilisation du cycloergomètre.

Enfin nous allons rechercher l'intérêt de l'EMS en cas de contre-indication à une mobilisation plus active (notamment en cas de fracture du bassin, du rachis ou des membre inférieurs).

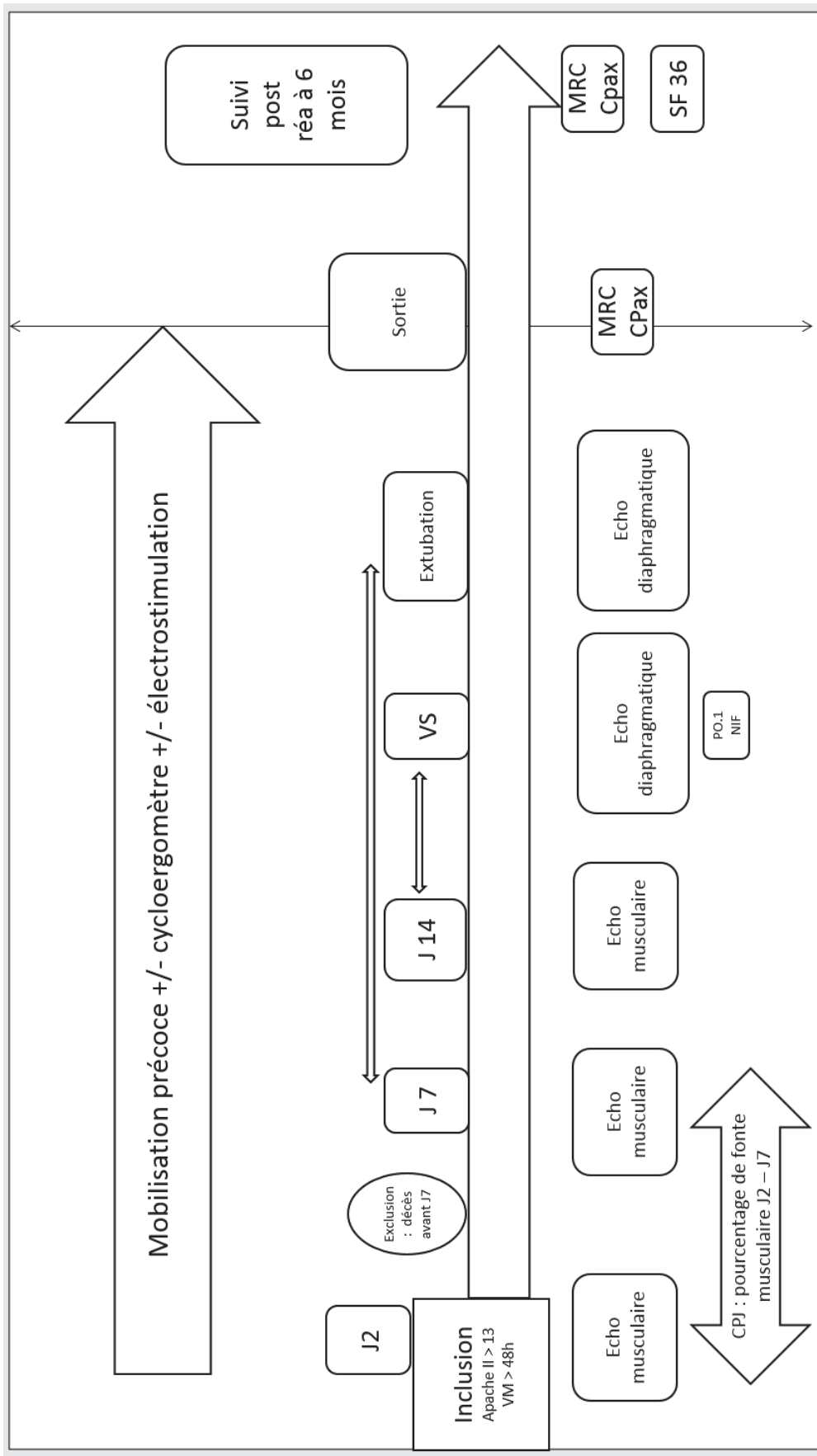


Figure 1 : Protocole de l'étude

## V. Résultats

### 1) Diagramme de flux

Du 1<sup>er</sup> septembre 2016 au 28 février 2017, 82 patients admis en réanimation présentaient les critères d'inclusions. 18 n'ont pas été inclus pour cause d'obésité (n=3), de LATA (n= 4), de mort encéphalique (n= 4), d'amputation (n=3) et de grossesse (n=1). Parmi les 64 patients inclus, 5 patients décédés avant J7, 2 patients sortis de réanimation avant J7 et 2 patients pour lesquels une LATA avait été décidée ont été exclus de l'étude. Au total, 55 patients ont été analysés avec des échographies musculaires à J2 et J7 et parmi ces patients, 36 patients ont également eu une échographie musculaire à J14. 11 patients ont été revus à 6 mois.

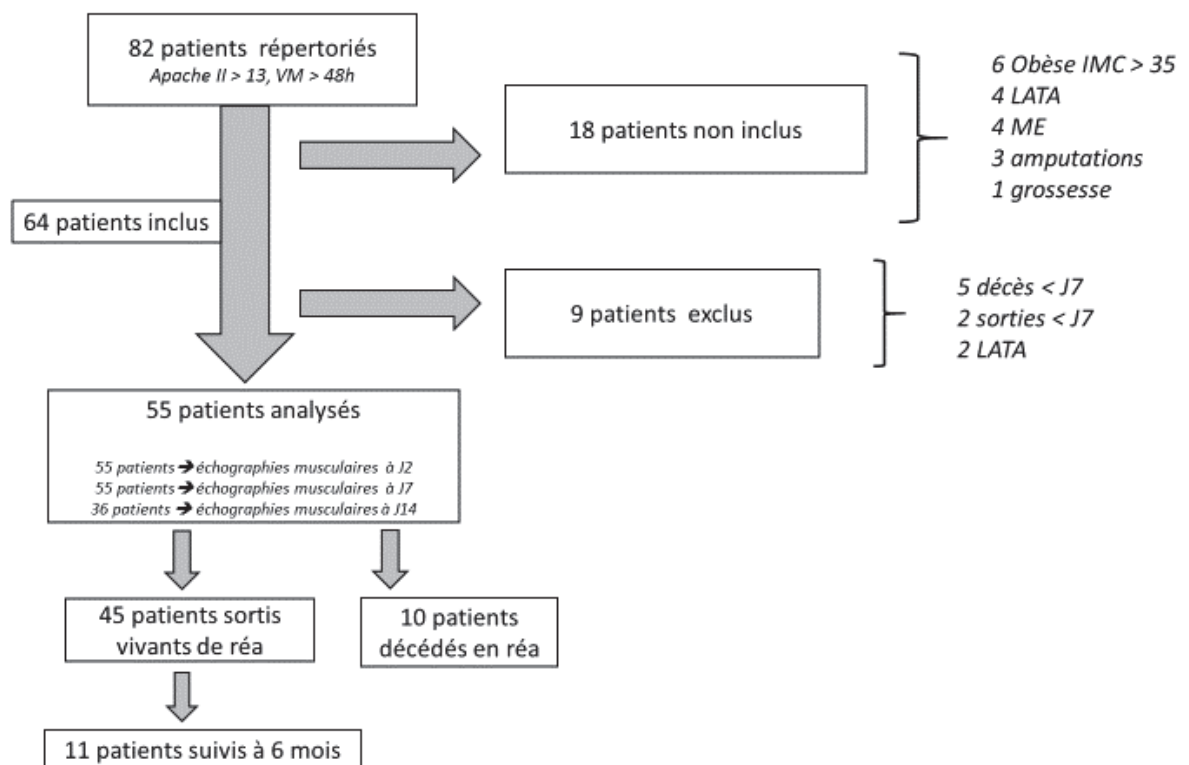


Figure 2 : diagramme de flux



## **2) Tests statistiques**

Les analyses statistiques ont été faites à partir du logiciel Medcalc©, version 16.1-64 bit, et du site internet Easymedstat©.

Les variables continues sont présentées sous la forme de médiane et de leurs 25° et 75° percentiles. Les variables catégorielles sont présentées sous formes de pourcentages. En raison de la répartition non Gaussienne de notre population, nous avons effectué des tests non paramétriques.

Nous avons utilisé le test des rangs signés de Wilcoxon pour comparer les échographies musculaires à J2-J7 et J14. La variabilité inter-opérateurs pour les échographies musculaires a été évaluée par le test de corrélation d'interclasse. Le test de Spearman a été utilisé pour rechercher une corrélation linéaire entre 2 variables continus. Avec le coefficient de Spearman, la corrélation est jugée très forte pour un résultat de 1 à 0.8, forte de 0.8 à 0.5, acceptable de 0.5 à 0.2 et pauvre en dessous de 0.2. Le test de Man-Whitney a été utilisé pour rechercher une différence de variable continue entre 2 groupes des patients.

Le risque alpha a été fixé à 5% ( $\alpha = 0.05$ ). Les différences étaient considérées comme significatives lorsque la valeur de p était  $< 0.05$ .

Nous avons illustré nos résultats avec essentiellement des schémas de type box-plot.

### 3) Statistiques descriptives

#### a) **Caractéristiques démographiques de la population**

Il s'agissait d'une population majoritairement masculine (67%) âgée de 55 ans en médiane. Les patients étaient graves comme en attestent le score SOFA et le score Apache II. Les patients polytraumatisés étaient les plus représentés (40%) avec parmi ces patients 73 % de traumatisés crâniens grave. Les causes neurologiques, essentiellement des hémorragies méningées et des accidents vasculaires cérébraux, arrivaient en 2° position (29%).

		Moyenne / pourcentage	Médiane	Min-max	IC 95%
Age		54.8	55	18-85	
Sexe	Homme Femme	67.3 % (n = 39) 32.7% (n =16)			
SOFA		7.9	7	3-15	[7.120 - 8.626]
Apache II		21.6	21	13-36	[20.010 - 23.117]
Motif d'hospitalisation	Traumatique *	40 % (n = 22)			
	Neurologique	29 % (n = 16)			
	Respiratoire	11% (n = 6)			
	Sepsis	7% (n = 4)			
	ACR	5% (n = 3)			
	Post-opératoire	5% (n = 3)			
	Autre	2% (n = 1)			
	* Patients traumatisés avec TC grave	73% (n=16 /22)			
IMC à l'entrée		25.3	25	17-34	[24.263 - 26.413]

Tableau 1 : caractéristiques des patients

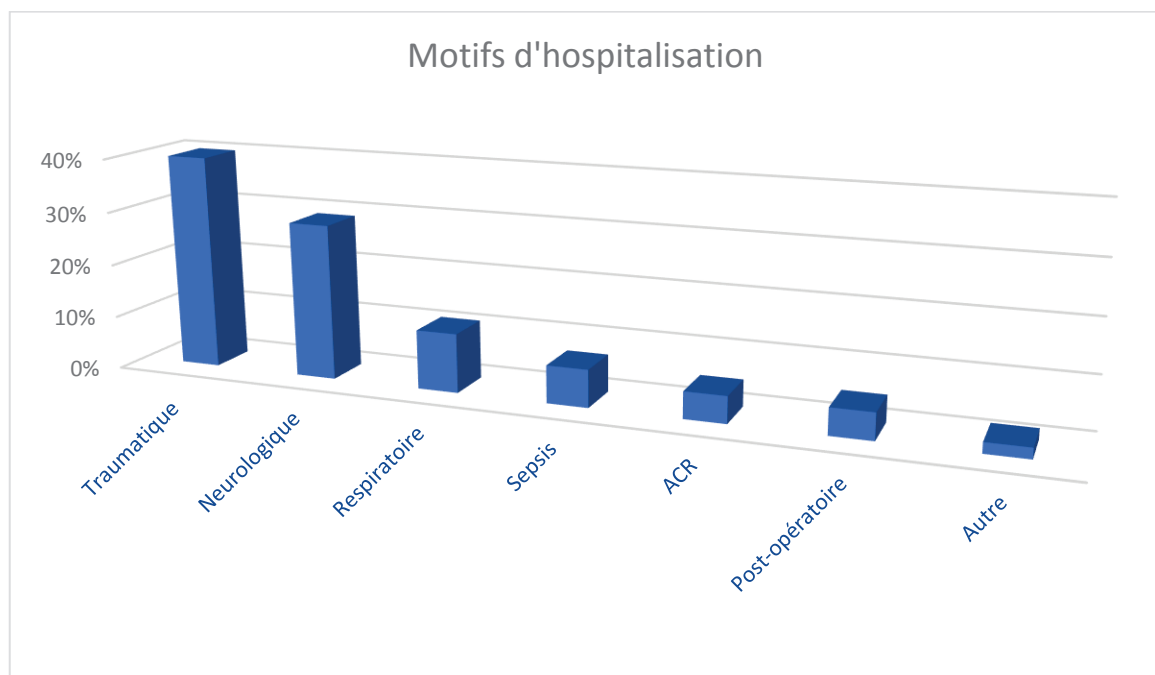


Figure 3 : motifs d'hospitalisation en réanimation

## b) Paramètres de prise en charge

La durée de séjour en réanimation était de 18 jours. En médiane, les patients étaient sédatisés pendant 4 jours et ventilés pendant 11 jours. 22% des patients ont été trachéotomisés. Il y a eu 5% d'échec d'extubation. Concernant les facteurs de risque de neuromyopathie, la durée médiane de curarisation était de 0 j, 22% des patients ont présenté un sepsis durant l'hospitalisation, 18% ont bénéficié d'une corticothérapie et 25% ont été traités par aminoside.

	Moyenne/pourcentage	Médiane	Min-max	IC 95%
Durée de séjour en réanimation (en j)	21.8	18	7-57	[18.542 - 25.021]
Durée de sédation (en j)	6	4	1-28	[4.510 - 7.417]
Durée de curarisation (en j)	1.2	0	0-10	[0.548 - 1.852]
Durée de catécholamine > 0.5gamma/kg/mn (en j)	3.3	2	0-13	[2.557 - 3.952]
Durée de ventilation mécanique (en j)	12.1	11	1-30	[10.215 - 14.039]
Durée d'intubation dont VS (en j)	16.5	13	3-57	[13.462 - 19.557]
Trachéotomie	Oui	21.8% (n = 12)		
	Délai avant trachéotomie (en j)	15.2	15	9-22
Echec d'extubation	12 % (n=5)			
Nutrition entérale > 25Kcal/j (en j)	13.9	11	0-55	[10.793 - 16.988]
Nutrition parentérale > 25Kcal/j (en j)	1.9	0	0-27	[0.494 - 3.215]
Corticothérapie	18.2 % (n= 10)			
Aminosides	25.5 % (n =14)			
Choc septique en cours d'hospitalisation	21.8% (n=12)			
LATA	14.5% (n=8)			

Tableau 2 : paramètre de prise en charge des patients

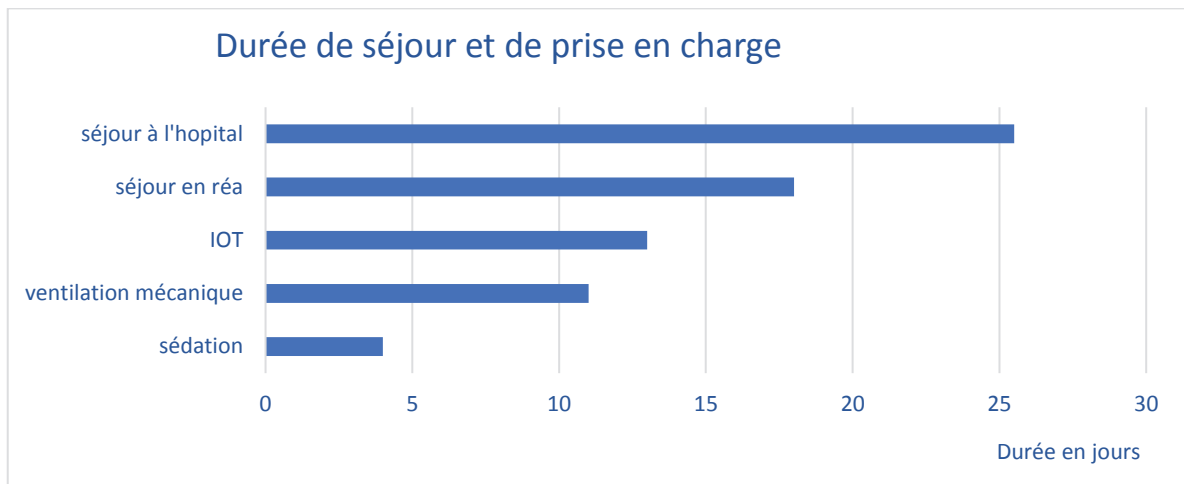


Figure 4 : durée de prise en charge des patients

### c) Réhabilitation

Un seul patient présentait une contre-indication à l'EMS (présence d'un pace-maker), en revanche 20% des patients ne pouvaient pas être mobilisés essentiellement pour des raisons traumatologiques (fracture de bassin, du rachis ou des membres). Durant leur séjour en réanimation, les patients bénéficiaient en médiane de 6 séances de kinésithérapie mobilisatrice (mobilisation passive +/- active des membres), ils étaient mis 2 fois au fauteuil avec une première mise au fauteuil à J13 de réanimation. L'EMS et le cycloergomètre ont été peu utilisés : 0 séance en médiane par patients mais avec des écarts importants entre patients.

		Moyenne/ Pourcentage	Médiane	Min- max	IC 95%
CI à l'EMS		1.8 % ( n=1)			
CI à la mobilisation		20 % (n=11)			
Kiné mobilisatrice	Mobilisation active et passive des membres (en nb de séances)	7.93	6	0-33	[6.193 - 9.662]
Mise au fauteuil	Nb de séances	3.7	2	0-29	[2.307 - 5.075]
	Première mise au fauteuil à J..	12.9	13	4-26	[11.16 - 14.56]
EMS	En nb de séances	0.82	0	0-11	[0.236 - 1.401]
	Sous-groupe CI mobilisation	0	0	0	
Cycloergomètre	En nb de séances	1.84	0	0-20	[0.667 - 3.006]

Tableau 3 : paramètres de réhabilitation des patients

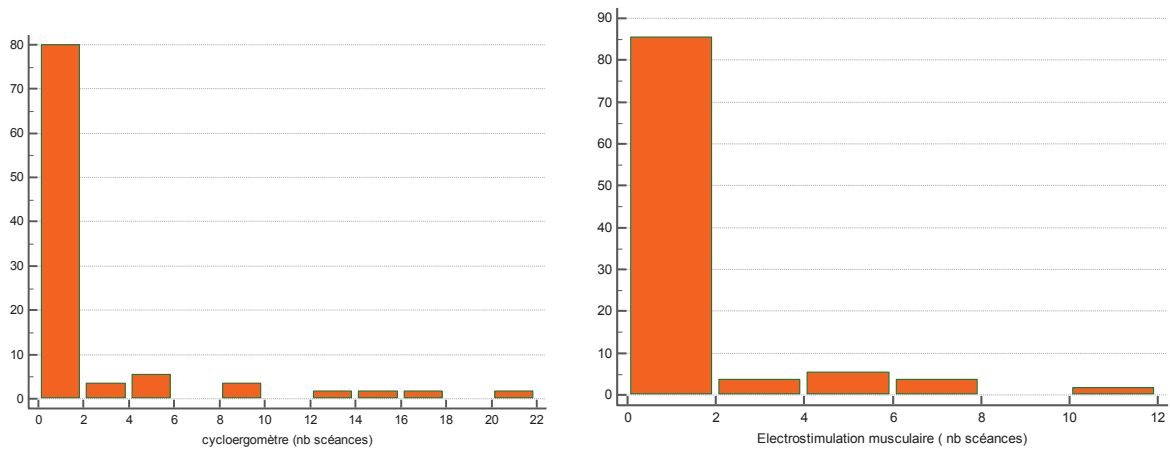


Figure 5 : nombre de séances d'EMS et de cycloergomètre par patients

#### d) Durée de séjour et Mortalité

Les patients restaient hospitalisés en médiane 18 jours en réanimation et 25 jours à l'hôpital avant de sortir vers un centre de rééducation ou à domicile. La mortalité en réanimation était de 16%. La mortalité à un mois était de 26% et la mortalité à 6 mois de 36%.

	Moyenne	Médiane	Min-max	IC 95 %
Durée de séjour en réanimation (en j)	21.8	18	7-57	[18.542 - 25.021]
Durée de séjour à l'hôpital (en j)	33.6	25.5	7-97	[27.833 - 39.374]
	Pourcentages			
Mortalité en réanimation	16.4% (n=9/55)			
Mortalité à 1 mois	26.4% (n =14/53) 2 perdus de vue			
Mortalité à 6 mois	36% (n= 18/50) 5 perdus de vue			

Tableau 4 : durée de séjour et mortalité

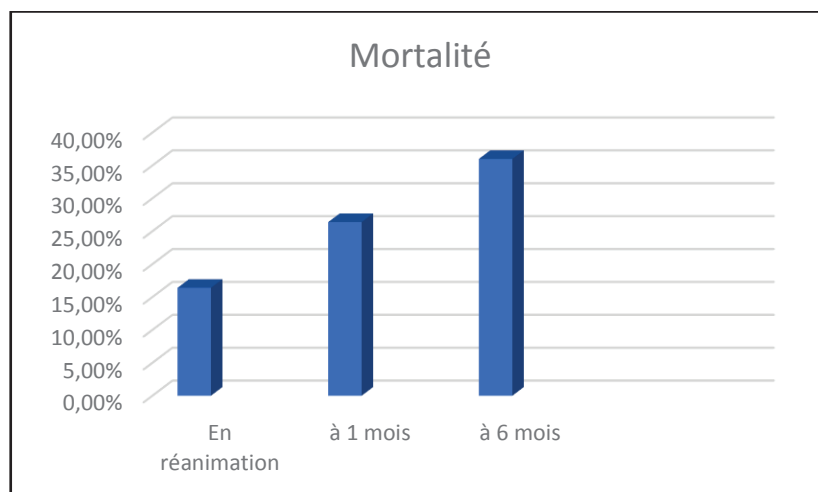


Figure 6 : Mortalité des patients

### e) Score de mobilité et d'autonomie à la sortie de réanimation

A la sortie de réanimation, 33 patients ont pu être évalués par le score MRC, le score MRC médian était de 43 (la neuromyopathie de réanimation est défini pour un score inférieur à 48). Le score Cpax médian, évalué chez 24 patients, était à 15. Dans 27% des cas, l'état neurologique des patients rendait l'évaluation impossible.

	Nombre de patients évalués	Moyenne	Médiane	Min-max	IC 95 %
MRC (Score sur 60)	n = 33	41.7	43	5-60	[36.865 - 46.665]
CPAX (Score sur 50)	n = 24	20.1	15	3-56	[13.994 - 26.166]
Evaluation impossible (troubles neuro)	n = 41	27% (n =11)			

Tableau 5 : mobilité et autonomie à la sortie

### f) Résultats à long terme : SF 36 et MRC à 6 mois

Sur 26 patients convoqués, 11 se sont présentés à la consultation de 6 mois (42%). Les patients avaient une bonne récupération motrice avec un score MRC médian à 58. La qualité de vie était correcte avec un score SF 36 médian à 89.9.

	Nombre de patients évalués	Médiane	Min-max	IC 95%
MRC	11	58	46-60	[55.079 - 60.614]
SF 36	11	89.9	53-116	[80.581 - 99.290]

Tableau 6 : résultats à long terme

#### 4) Statistiques analytiques

##### a) Critère de jugement principal

Bien que les échographies aient été systématiquement réalisées de manière bilatérale, nous avons choisi de manière arbitraire d'analyser les mesures échographiques uniquement au niveau du membre inférieur droit afin de faciliter l'analyse statistique.

Lors de la première semaine de réanimation, les patients présentent une fonte musculaire avec une diminution significative des diamètres musculaires du muscles droit antérieur et du muscle vaste intermédiaire. Sur les échographies réalisées à mi-cuisse, en position médiane : ils perdent 0.4 cm ( $p = 0.0004$ ) en 5 jours. La fonte musculaire est significative également en proximal (-0.3 cm,  $p = 0.02$ ) et en distal (-0.1 cm,  $p = 0.015$ ).

Echographie musculaire (Air de section transversale droit ant + vaste inter en cm)	n	t	Médiane	IC 95%	Interquartiles	Min-max	Test de Wilcoxon  p
En proximal	54	J2	4.6	4.1 to 5	3.6 to 5.3	2.4 to 6.3	
		J7	4.2	4 to 4.4	3.5 to 4.9	1.5 to 6.3	
		Ecart J2-J7	-0.3*				0.02*
En médial	55	J2	3	2.6 to 3.5	2.3 to 3.7	0.8 to 5.1	
		J7	2.4	2.2 to 2.8	1.9 to 3.1	0.5 to 4.5	
		Ecart J2-J7	-0.4*				0.0004*
En distal	55	J2	1.7	1.6 to 1.9	1.5 to 2.1	0.9 to 2.8	
		J7	1.6	1.5 to 1.8	1.3 to 2	0.6 to 3.8	
		Ecart J2-J7	-0.1*				0.015*

Tableau 7 : critère de jugement principal



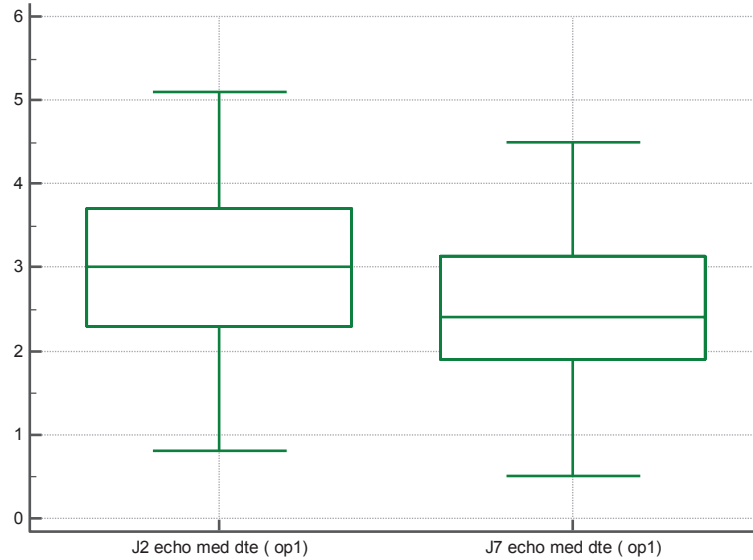


Figure 7 : Box-plot montrant la diminution significative de la masse musculaire au niveau médiale de J2 à J7

## b) Critères de jugement secondaires

- **Fonte musculaire de J2 à J14**

36 patients encore hospitalisés en réanimation à J14 ont été échographiés. Après deux semaines de réanimation, la fonte musculaire s'accroît avec une diminution significative des diamètres musculaires au niveau des trois sites de mesure : proximal, médial et distal. En 12 jours, perte de 0.7cm en proximal ( $p = 0.0004$ ), perte de 0.6 cm en médial ( $p < 0.0001$ ) et perte de 0.2cm en distale ( $p = 0.0009$ ).

Tableau 8 : critères secondaires

Echographie musculaire (Air de section transversale droit ant + vaste inter en cm)	n	t	Médiane	IC 95%	Interquartile	Min max	Test de Wilcoxon p
En proximal	36	J2	4.7	4.1 to 5.1	3.7 to 5.3	2.4 to 6.3	
		J14	3.8	3.5 to 5.2	3.3 to 4.4	1.5 to 5.6	
		Ecart J2-14	-0.7*				0.0004*
En médial	36	J2	3.3	2.8 to 3.6	2.5 to 3.7	1.3 to 4.5	
		J14	2.3	2.1 to 2.6	1.9 to 2.9	0.7 to 4.8	
		Ecart J2-14	-0.6*				<0.0001*
En distal	36	J2	1.9	1.7 to 2	1.5 to 2.1	0.9 to 2.8	
		J14	1.6	1.4 to 1.8	1.2 to 1.9	0.8 to 2.1	
		Ecart J2-J14	-0.2*				0.0009*

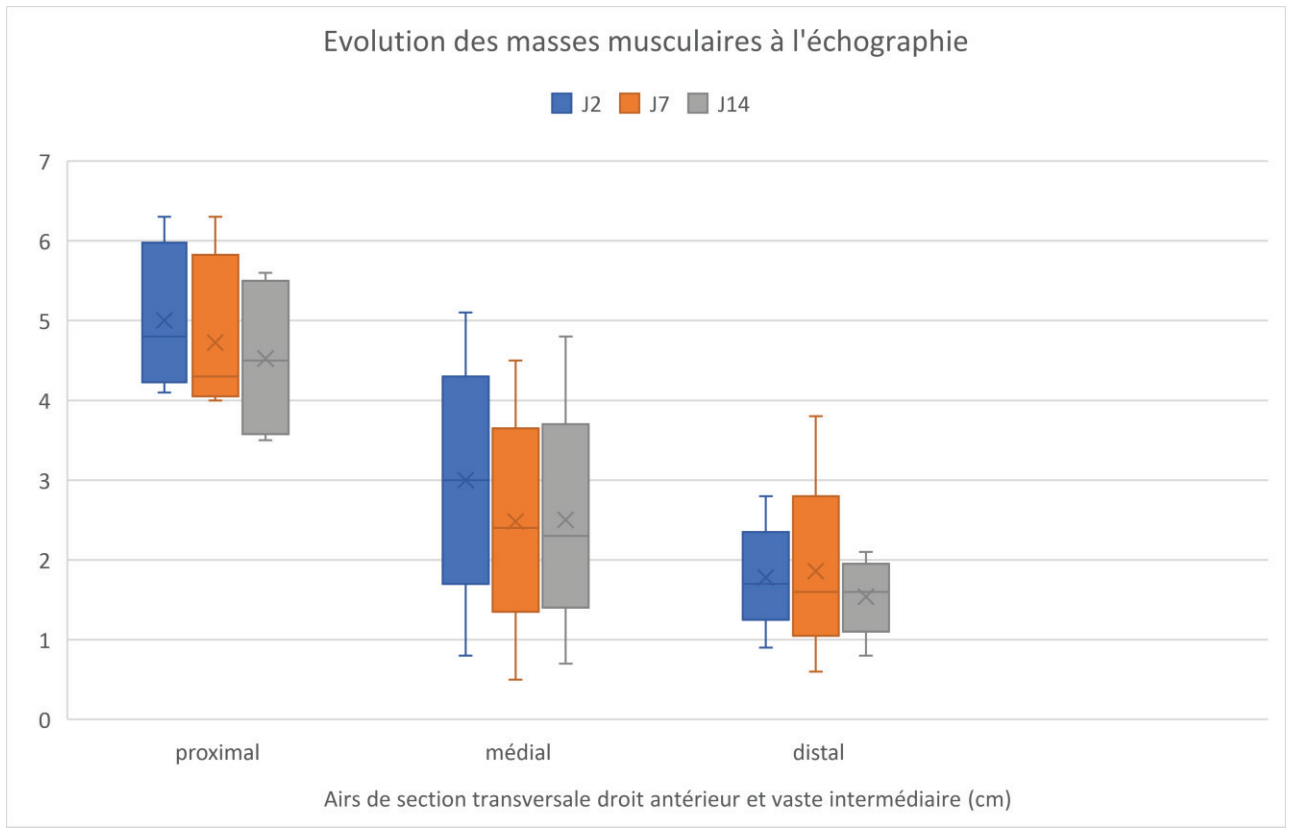


Figure 8 : évolution des mesures échographiques

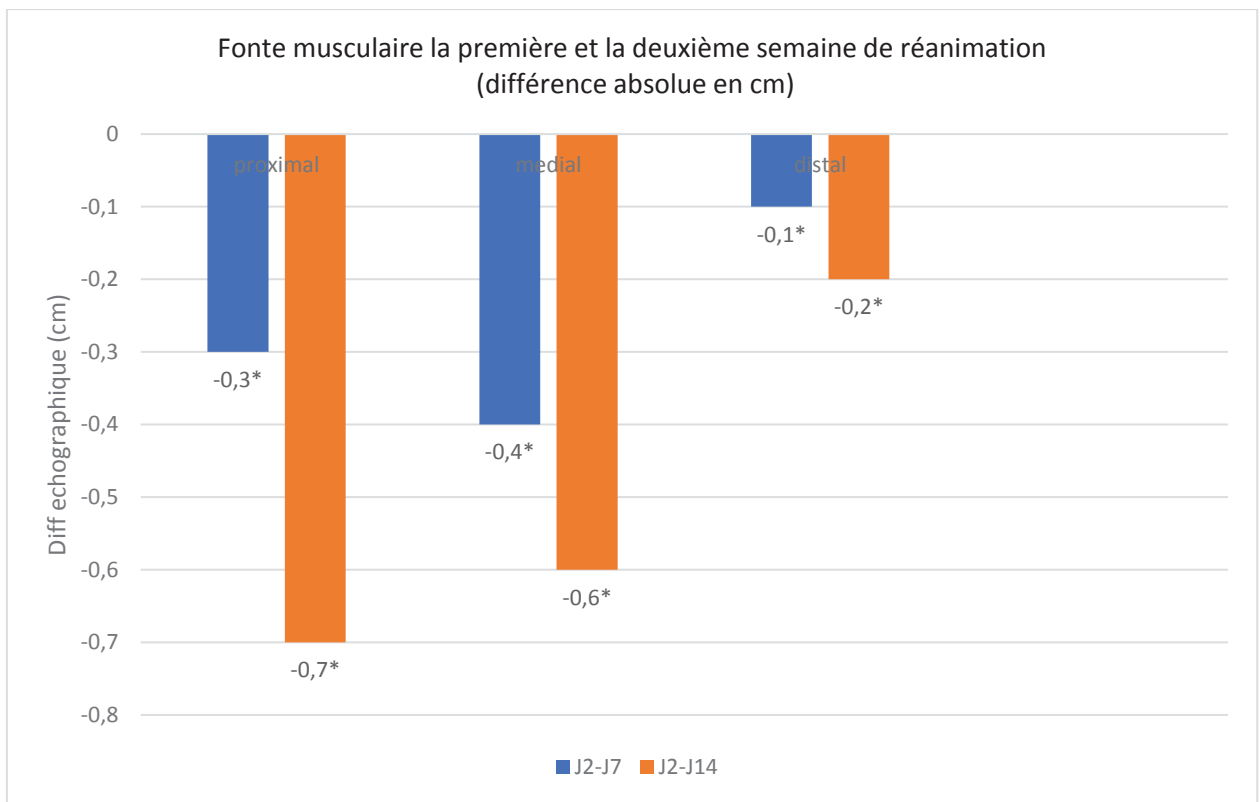


Figure 9 : évolution différence absolue des mesures échographiques

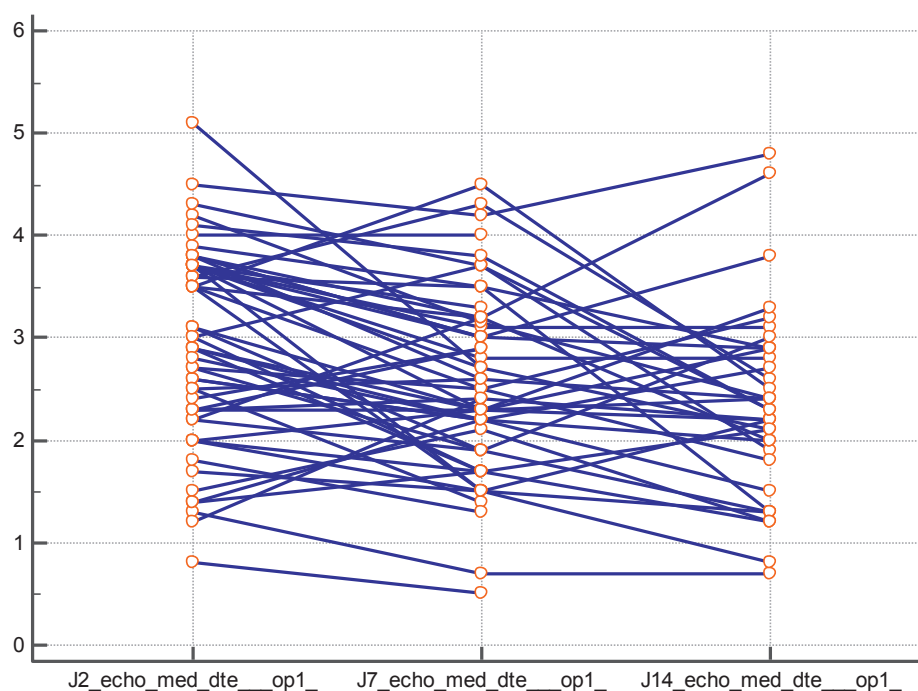


Figure 10 : Evolution de la masse musculaire au niveau médial à J2/J7/J14 par patient

- **Tour de cuisse**

Par souci de simplicité et par analogie aux analyses échographiques, les analyses statistiques concernant le tour de cuisses ont été faites également uniquement au niveau du membre inférieur droit. La première semaine, nous constatons une baisse non significative de 1 cm du tour de cuisse, puis une baisse significative de 3.4cm de J2 à J14 (  $p < 0.0001$ ). Enfin, entre l'entrée et la sortie de réanimation, le tour de cuisse s'abaisse fortement : - 8 cm, IC 95% (- 12.6 to -3.5),  $p = 0.008$ .

Tours de cuisse (à droite)	Médiane en cm	IC 95%	P
J2	52.0	50.6 to 53.4	
J7	51.0	49.3 to 52.6	
J14	49	47.1 to 51.1	
Sortie	44	38.6 to 49.4	
Ecart J2-J7	-1.05	-3.2 to 1.1	0.34
Ecart J2-J14	-3.36*	-4.6 to -2.1	< 0.0001*
Ecart J2-sortie	-8 *	-12.6 to -3.5	0.008 *

Tableau 9 : évolution du tour de cuisse

- **Poids**

Les patients présentent à l'entrée en réanimation un IMC médian à 25. Lors de la première semaine, les patients présentent une prise de poids significative de 2.4 Kg (IC95% 0.3 to 4.4, p = 0.025), probablement en rapport avec des œdèmes et une balance hydrique positive.

En revanche, nous constatons une perte de poids significative de 5.6kg entre l'entrée et la sortie de réanimation.

Poids	En kg	IC 95%	P
J1	74.3	70.8 to 78,8	
J7	76.6	70.9 to 77.5	
Sortie	68.7	65.2 to 72.2	
<b>Ecart J1-J7</b>			
	+ 2.4*	+0.3 to +4.4	0.025*
<b>Ecart J1-Sortie</b>			
	-5.6*	-10.4 to -0.7	0.025 *

Tableau 10 : évolution du poids

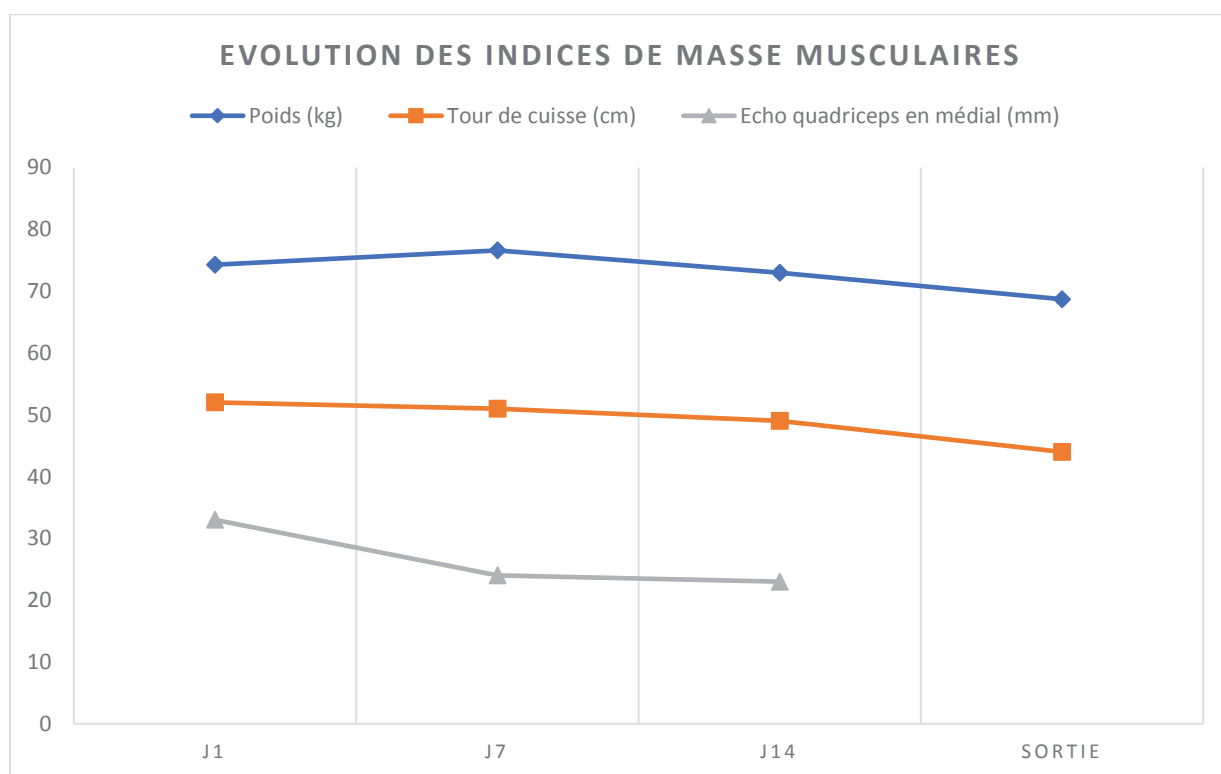


Figure 11 : évolution des marqueurs de masse musculaire

- **Corrélation tour de cuisse et échographie musculaire**

Nous avons recherché une dépendance linéaire entre les différences mesurées au niveau des tours de cuisses et les différences des échographies musculaires médiales entre J2 et J7 puis entre J2 et J14.

		Spearman	p	Signification
J2-J7	Différence tour de cuisse J2-J7	0.419	0.001*	Relation positive forte. Association significative
	Différence echo médiale J2-J7			
J2-J14	Différence tour de cuisse J2-J7	0.527	0.001*	Relation positive forte. Association significative
	Différence écho médiale J2-J7			

Tableau 11 : relation tour de cuisse et échographie

Il existe une relation forte significative entre la variation du tour de cuisse et la fonte musculaire mesurée par échographie de J2 à J7 et de J2 à J14.

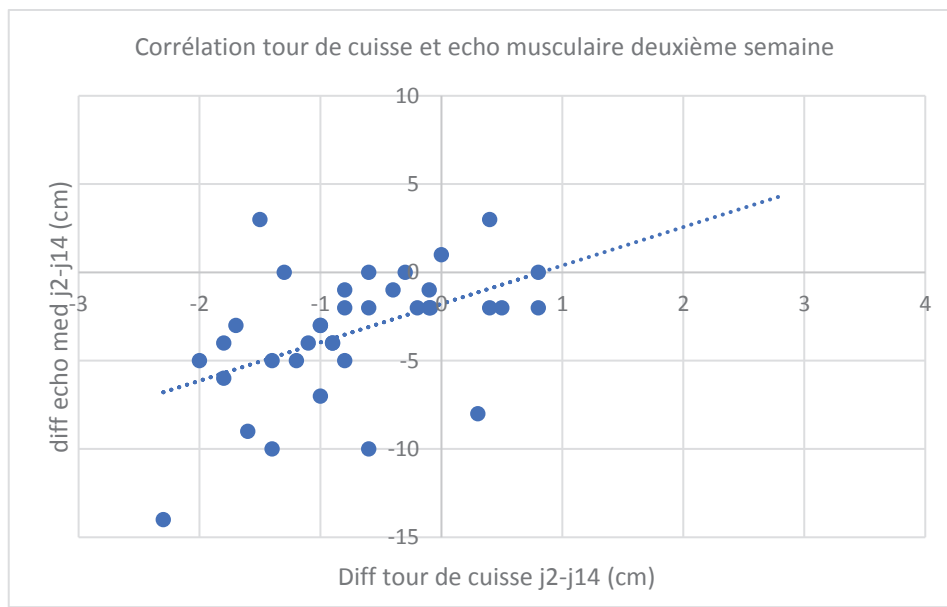


Figure 12 : relation évolution tour de cuisse et échographie Jfac2-J14

- **Recherche de facteur de risque de fonte musculaire**

Nous avons recherché à retrouver les facteurs de risques de neuromyopathie et de fonte musculaire décrits dans la littérature.

Nous avons défini comme marqueur de fonte musculaire la différence absolue de diamètre musculaire du droit antérieur et du vaste intermédiaire calculée par échographie au niveau médial de J2 à J7.

	Diff echo med J2-J7 (position médiane )		Test de Mann-Withney	
	Oui	non	Différence	p
Aminoside	-0.6	-0.4	non	>0.05
Sepsis	-0.6	-0.4	non	>0.05
Corticoïdes	-0.8	-0.4	non	>0.05
Curares	-0.75	-0.3	non	>0.05
CI à la mobilisation	-0.6	-0.4	non	>0.05

Tableau 12 : facteurs de risque de NMAR

En analyse univariée, aucun facteur de risque ne sort significatif.

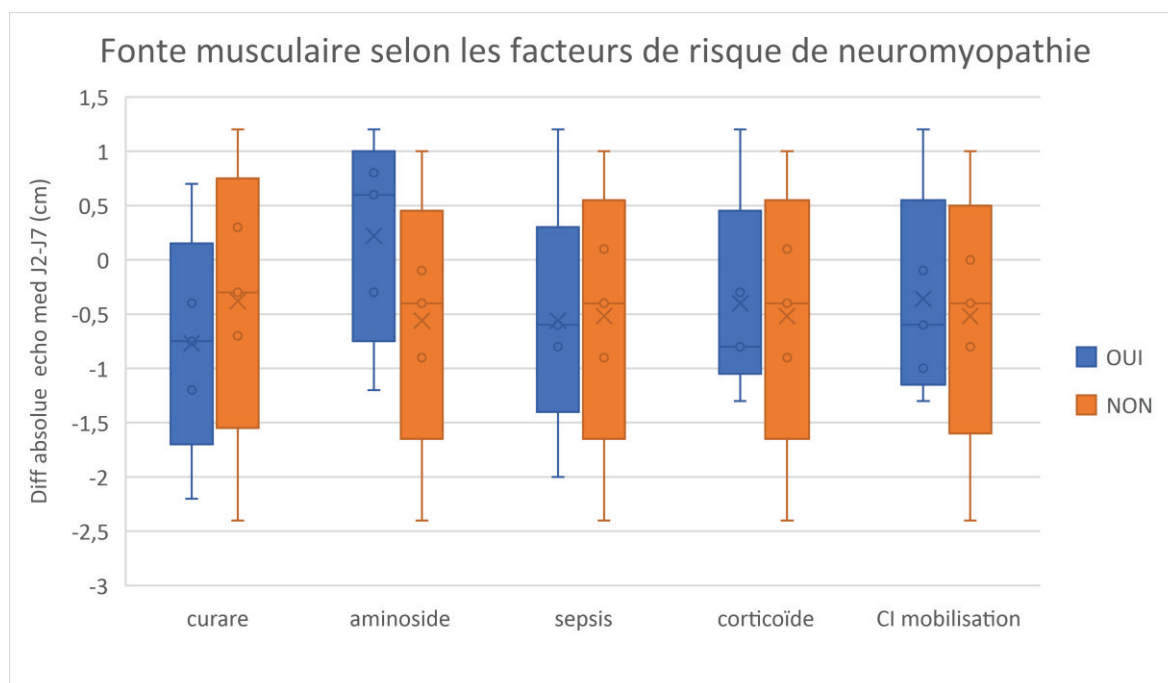


Figure 13 : facteurs de risques de NMAR

- **Réhabilitation - Recherche de moyens de prévention de la fonte musculaire**

Nous avons recherché une dépendance linéaire de la fonte musculaire mesurée par échographie de J2 à J7 et le nombre de séances de kinésithérapie pratiquées en réanimation. Nous avons distingué les séances d'EMS, de cycloergomètre, de kinésithérapie mobilisatrice « classique » et de mise au fauteuil.

Fonte musculaire J2-J7	Test de Spearman	p	Signification
EMS	0.163	0.234	<i>Corrélation positive pauvre, non significative</i>
Cycloergomètre	0.171	0.211	<i>Corrélation positive pauvre, non significative</i>
Kiné mobilisatrice	-0.031	0.826	<i>Corrélation négative pauvre, non significative</i>
Fauteuil	-0.035	0.803	<i>Corrélation négative pauvre, non significative</i>
EMS : sous groupe CI mobilisation	Pas d'EMS réalisé dans ce sous-groupe		

Tableau 13 : réhabilitation

Aucune relation significative n'a pu être mise en évidence.

- **Impact de la fonte musculaire :**

Nous avons recherché un lien entre la fonte musculaire de J2 à J7 et la durée de ventilation mécanique, la durée de séjour, les scores de mobilité et de réhabilitation et la mortalité en réanimation.

Fonte musculaire J2-J7	Spearman	Mann-Withney	p	Signification
Durée VM	-0.156		0.258	<i>Corrélation négative pauvre, non significative</i>
Durée séjour réa	-0.074		0.596	<i>Corrélation négative pauvre, non significative</i>
Score MRC	-0.237		0.177	<i>Corrélation négative modérée non significative</i>
Score CPax	-0.335		0.103	<i>Corrélation négative modérée non significative</i>
Mortalité en réanimation		Pas de différence	0.952	<i>Pas de différence significative</i>

Tableau 14 : impact de la fonte musculaire

Nous n'avons pas retrouvé de corrélation significative entre la fonte musculaire et la durée de séjour ou de ventilation mécanique, ni de corrélation avec le score MRC. Il n'y avait pas de différence de fonte musculaire entre les patients décédés en réanimation et les patients survivants.



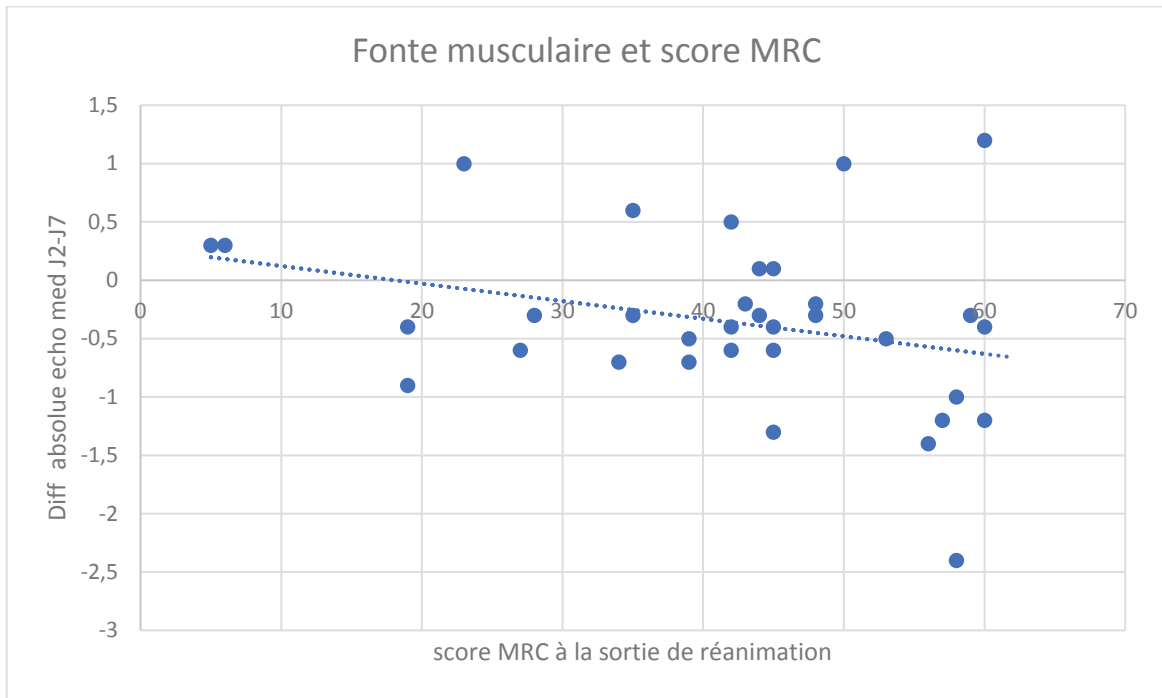


Figure 14 : relation fonte musculaire et score MRC

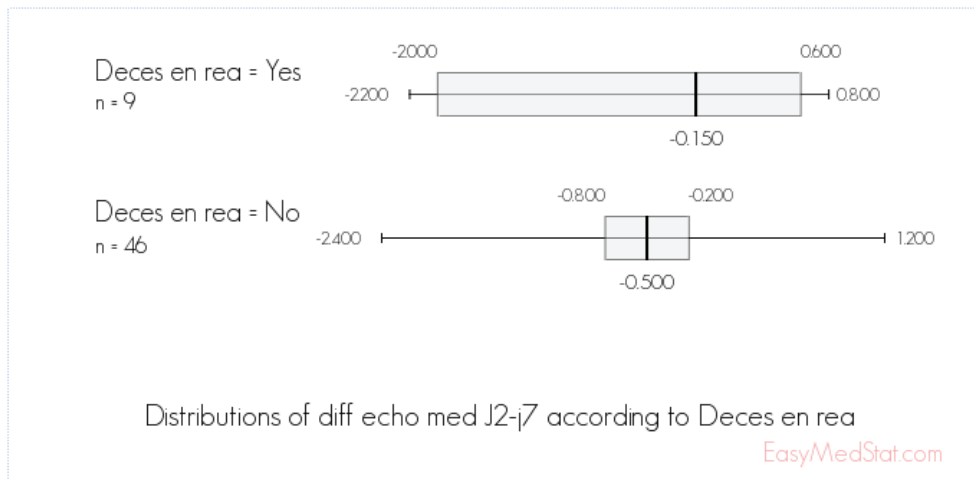


Figure 15 : relation fonte musculaire et décès en réanimation

- **Echo diaphragmatique**

Au total nous avons réalisé 38 échographies diaphragmatique en VSAI, 28 en VSNA et 15 chez des patients extubés.

La comparaison de la variation du temps d'excursion diaphragmatique (TE) au cours du sevrage ventilatoire a été possible chez 20 patients ayant eu l'évaluation en VSAI et au VSNA et pour 10 patients ayant été échographié à la fois en VSAI, en VSNA et extubés.

Echo diaphragmatique (TE)	N	Temps d'excursion diaphragmatique (Médiane en cm)	IC 95%
En VSAI	20	1.3	1.1 to 1.5
En VS NA	20	1.5	1.1 to 1.9
Extubé	10	1.2	2.3

Tableau 15 : évolution du TE

Nous observons une augmentation du temps d'excursion diaphragmatique lors des différentes phases de sevrage.

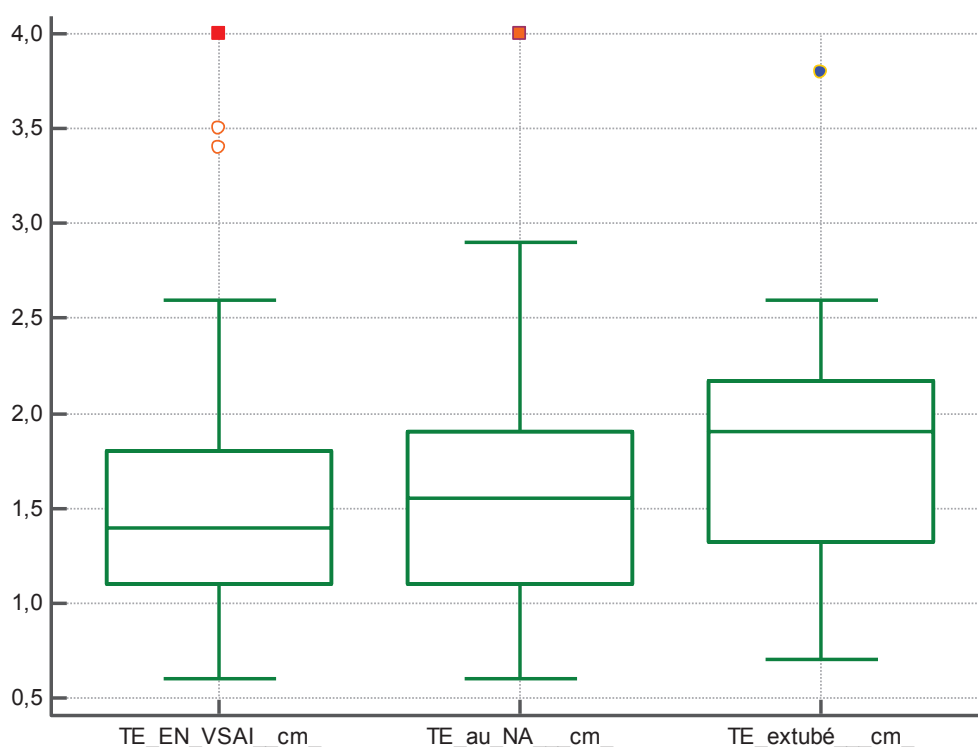


Figure 16 : évolution du TE

- **Corrélation TE et sevrage ventilatoire**

TE au NA	Spearman	Mann-Whitney	p	Signification
Durée VM	-0.258		0.187	Corrélation faible négative non significative
Echec extubation		Diff = - 0.035	0.92	Différence non significative

Tableau 16 : TE et sevrage respiratoire

Il existe une corrélation faible non significative entre la durée de ventilation mécanique et le temps d'excursion diaphragmatique au NA.

La différence de temps d'excursion diaphragmatique au NA entre les patients ayant présenté un échec d'extubation et les patients sevrés avec succès n'était pas significative.

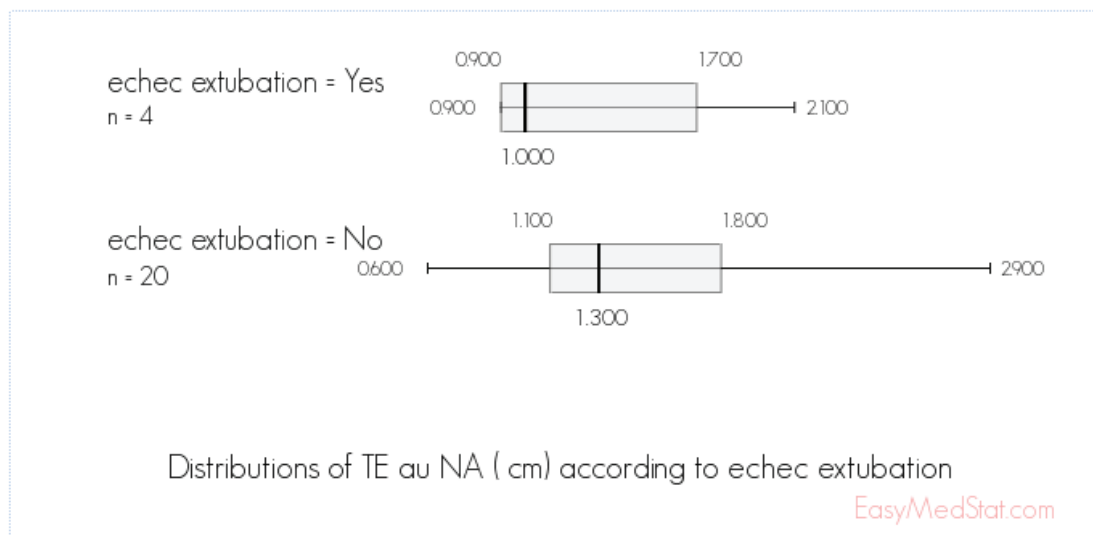


Figure 17 : relation TE et échec d'extubation

Parmi les autres paramètres de sevrage respiratoire, nous avons relevé la NIF chez 15 patients et la PO1 chez 36 patients. Les valeurs médianes étaient pour la NIF de -11 mbar et pour la PO1 de 1.7mbar. Il n'y a pas de corrélation significative entre la NIF et la durée de ventilation mécanique.

### c) Reproductivité inter opérateur des échographies musculaires

Les échographies musculaires ont été réalisées par 2 opérateurs différents pour 14 des 55 patients à J2 et pour 12 patients à J7.

Nous avons étudié la variabilité inter-opérateur par un test de corrélation d'intraclass (ICC). L'échelle de valeurs pour l'ICC utilisée habituellement est la suivante : un  $ICC < 0.4$  se traduit par une pauvre corrélation,  $0.40 \leq ICC < 0.60$  est jugé comme acceptable,  $0.60 \leq ICC < 0.75$  indique une bonne corrélation alors que celle-ci est jugée excellente lorsque  $ICC > 0.75$ .

Nous avons effectué ce test de corrélation pour les échographies réalisées à J2 par deux opérateurs différents (sur 14 patients) en position médiale et proximale.

Echographie	Interclass correlations	IC 95%	Signification
Médiale	0.88	0.63 to 0.96	Excellente corrélation
Proximale	0.64	0.10 to 0.89	Bonne corrélation

Tableau 17 : corrélation inter opérateur

La corrélation était bonne pour les échographies réalisées en position proximale et excellente pour les échographies réalisées en position médiale.

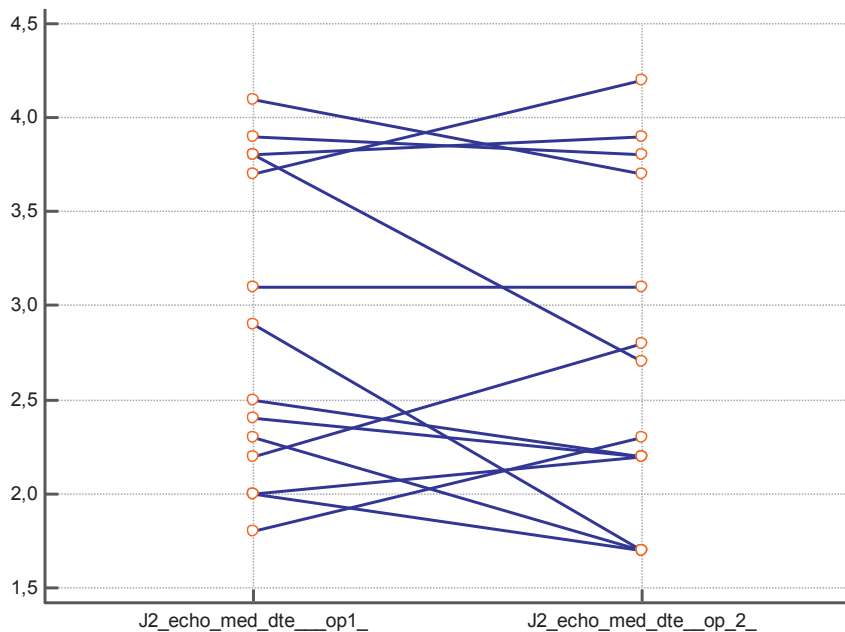


Figure 18 : Variabilité inter opérateur par patient en position médiane

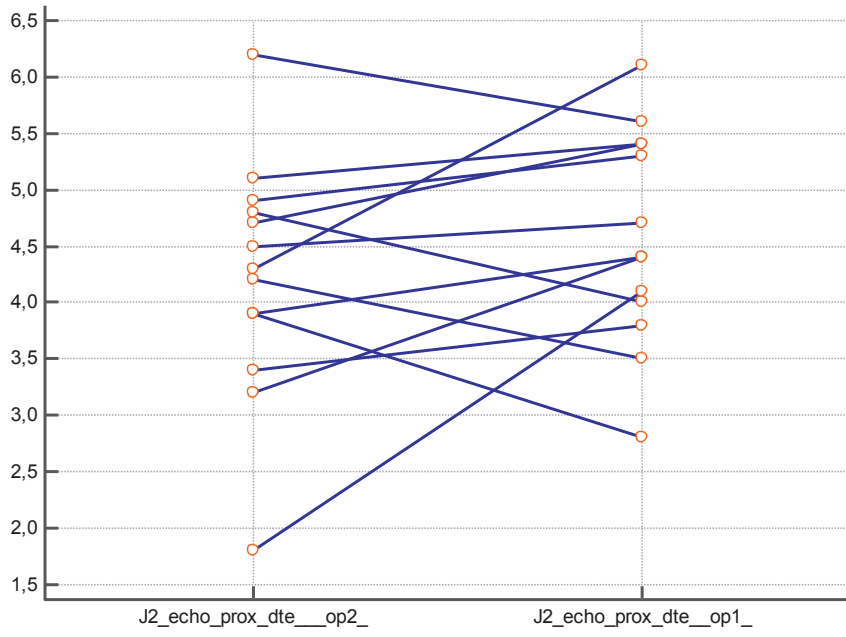


Figure 19 : Variabilité inter opérateur par patient en position proximale

## VI. Discussion

- **Fonte musculaire**

Notre étude retrouve une diminution significative des masses musculaires mesurées à l'échographie au niveau du quadriceps à J7 et à J14 de réanimation. Pour le critère de jugement principal, la fonte musculaire entre J2 et J7, en position médiale, est de 0.4cm ( $p = 0.0004$ ). Nous confirmons donc la survenue précoce d'une neuromyopathie acquise en réanimation illustrée par la fonte musculaire à l'échographie.

Si nous comparons avec la littérature, la fonte musculaire est identique : l'étude de Gerovasili (11) qui analyse la fonte musculaire à J7 en décomposant les échographies du muscle droit antérieur et du muscle vaste intermédiaire retrouve une perte respective de 0.2 + 0.25 cm par muscle pour le groupe contrôle.

Nous avons choisi d'effectuer les mesures échographiques en 3 points positionnées sur la ligne reliant l'EIAS au sommet de la rotule : en proximal à 5 cm sous l'EIAS, en médial à mi-cuisse et en distal au sommet de la rotule.

La mesure en position médiale est celle utilisée dans les autres études. Les mesures au niveau proximal et distal n'ont jamais été décrites. Techniquement, les mesures au niveau médial étaient les plus faciles à réaliser avec une bonne distinction échographique de la peau et de la graisse sous cutanée, des faisceaux musculaires et du fémur. Au niveau proximal, la profondeur nettement plus importante rendait l'échographie plus délicate. Au niveau distal, la limite entre le muscle et le tendon rotulien était difficile à évaluer et nous étions souvent gênés par la présence d'une bourse synoviale. Ainsi, nous retrouvons une meilleure corrélation inter-opérateur pour le site médial (ICC à 0.88, excellente corrélation). De plus, le site médial est le site pour lequel la fonte musculaire est la plus significative. Nous confirmons donc avec notre étude la validité de cette mesure.

Nous avons également mesuré comme marqueur de masse musculaire le tour de cuisse, à mi-cuisse, (au niveau du site de mesure médial pour les échographies). Il n'y a pas de diminution significative du tour de cuisse la première semaine de réanimation ; la prise d'œdèmes en est l'hypothèse la plus probable comme l'atteste la prise de poids significative de 2.4kg. Ainsi, il existe une perte musculaire importante mesurée par échographie la première semaine de réanimation alors que paradoxalement les patients prennent du poids du fait des œdèmes et que le tour de cuisse reste inchangé. Au final, la perte de poids liée à l'amyotrophie apparaît de manière beaucoup plus tardive et les patients sortants de réanimation ont perdu en médiane 5.6kg L'échographie permet donc un diagnostic précoce de la fonte musculaire.

Notre étude comporte des limites, en particulier, notre effectif de 55 patients est faible même s'il reste plus important que les études randomisées évaluant l'électrostimulation musculaire par échographie.

En analyse univariée, nous ne retrouvons pas de facteur de risque significatif de fonte musculaire mais juste une tendance à une fonte musculaire plus importante en cas de curarisation prolongée, de sepsis, de corticothérapie et de traitement par aminoside.

Malgré une fonte musculaire importante à J7, nous ne retrouvons pas de corrélation entre la fonte musculaire et la durée de ventilation mécanique, la durée de séjour ou la mortalité en réanimation. Il n'avait pas non plus de lien entre la fonte musculaire mesurée à l'écho à J7 et le score MRC à la sortie de réanimation. Nous envisageons plusieurs explications à cela : premièrement, la forte proportion de patients neurolésés rendait l'estimation du score MRC et Cpax difficile voire parfois impossible ; deuxièmement chez ces patients graves séjournant longtemps en réanimation (22 jours en moyenne), la fonte musculaire se poursuit bien évidemment après J7. Ainsi, Il aurait été intéressant de réaliser les échographies musculaires à la sortie de réanimation en même temps que le score MRC.

- **Dysfonction diaphragmatique**

Concernant les échographies diaphragmatiques, nous avons choisi de mesurer uniquement le temps d'excursion diaphragmatique. La mesure échographique de l'épaisseur diaphragmatique était techniquement trop difficile à réaliser. Nous voulions analyser le diaphragme parallèlement au muscle quadriceps car la neuromyopathie de réanimation génère une atteinte axonale et musculaire des muscles squelettiques des membres et des muscles respiratoires avec une répercussion sérieuse sur le sevrage ventilatoire. En effet, 80% des patients atteints de NMAR présentent une dysfonction diaphragmatique même si la corrélation entre la sévérité de la dysfonction diaphragmatique et le score MRC n'est pas établie (15).

Chez nos patients, nous constatons une amélioration du temps d'excursion diaphragmatique lors des différentes phases du sevrage respiratoire : en VSAI puis lors de l'épreuve de nez artificiel puis extubé. Nous notons que le TE s'améliore lorsque les patients passent de la ventilation mécanique en VSAI à l'épreuve de ventilation spontanée alors même que l'aide inspiratoire devrait augmenter artificiellement le TE.

Ainsi, comme décrit dans la littérature (20), la dysfonction diaphragmatique acquise en réanimation récupère avec le temps. En cas de dysfonction diaphragmatique, la poursuite de la ventilation mécanique est la règle. Il n'existe pas à ce jour de traitement curatif (3), la persistance des cycles ventilatoires spontanés permettrait d'en diminuer la sévérité (17) et la rééducation inspiratoire avec utilisation de la valve de Threshold<sup>®</sup> IMT semble prometteuse (48,49). En post extubation, le recours à la VNI de manière prophylactique est recommandé. Le diaphragme étant un muscle inspiratoire, la fonction de toux n'est pas affectée par la dysfonction diaphragmatique mais est très souvent associée du fait de l'existence conjointe d'une neuromyopathie d'où l'importance de la kinésithérapie respiratoire (50).

Pour nos patients, le TE médian au NA était de 1.5cm, supérieur à 1 cm, valeur seuil qui permet d'éliminer une dysfonction diaphragmatique (21). Par contre, nous ne retrouvons pas de corrélation entre la durée de ventilation mécanique et le temps d'excursion diaphragmatique au NA. Chez les 5 patients ayant eu un échec d'extubation, le temps d'excursion diaphragmatique au NA n'était pas significativement différent.



En effet, les causes d'échec d'extubation sont multiples. Lorsque nous nous aidons de l'échographie, la décision de tentative d'extubation doit prendre en compte tous les paramètres échographiques pertinents au lit du patient : l'identification d'une dysfonction diaphragmatique mais aussi et surtout l'échographie cardiaque et l'échographie pulmonaire ; c'est l'échographie cardio-thoracique combinée (51).

- **Réhabilitation précoce en réanimation**

A propos de la réalisation de l'étude, il est important de souligner qu'il s'agit d'une étude observationnelle. La réhabilitation était celle effectuée quotidiennement par l'équipe de kinésithérapeute du service avec les aléas et les difficultés propres à un service de réanimation polyvalente. Contrairement aux études randomisées portant sur la mobilisation précoce, nous ne disposons pas d'une « équipe de mobilisation dédiée », il s'agissait du personnel habituel. La proportion importante de patients traumatisés rendait la mobilisation précoce difficile. Ainsi la première mise au fauteuil avait lieu en médiane à J13, en général après l'extubation ou la mise en place d'une trachéotomie. De même l'électrostimulation musculaire et le cycloergomètre ont été peu utilisés et de manière très hétérogène selon les patients. Chez les patients traumatisés ne pouvant être mobilisés, l'électrostimulation musculaire n'a malheureusement pas été utilisée et nous n'avons pas pu analyser ce sous-groupe de patients. Ainsi, nous n'avons pas pu mettre en évidence de différence de fonte musculaire selon les techniques de réhabilitation.

Les patients sortant de réanimation souffraient effectivement de neuromyopathie puisque que le score MRC médian était de 43. Ils étaient également très peu autonomes pour les activités quotidiennes de base avec un score Cpax médian à 20/50.

- **Suivi à long terme**

Nous avons revu le maximum de patients de l'étude 6 mois après leur sortie de réanimation grâce à la « consultation post réanimation » mise en place dans le service depuis 2013. Nous avons ainsi pu juger de l'évolution à long terme des patients. Au total, 11 patients sur 26 convoqués ont pu être revus (42%). Ce faible effectif est secondaire à une mortalité à 6 mois conséquente (36%) et à un nombre relativement important de perdus de vue (10%).

Pour les patients présents, le score MRC était très satisfaisant avec à 6 mois (médiane à 58) donc très peu de séquelles de NMAR. La plupart des patients revus à 6 mois ont bénéficié d'une prise en charge en centre de rééducation après la réanimation.

Les réponses au questionnaire SF 36 sur la qualité de vie envoyé par courrier ont été plutôt nombreuses (42%) et reflétait une qualité de vie correcte mais inférieure à celle de la population générale avec un SF 36 médian à 89. Ce résultat est similaires aux autres études récentes sur la qualité de vie post réanimation (51).

## **VII. Conclusion**

La fonte musculaire liée à la neuromyopathie acquise en réanimation existe de manière précoce, dès J7. L'échographie musculaire du quadriceps fémorale réalisée au niveau médial à mi-cuisse, en est un bon marqueur, pour le diagnostic précoce et pour le suivi.

La réhabilitation avec la mobilisation précoce est essentielle mais difficile à appliquer en réanimation au quotidien. Elle doit s'intégrer dans un bundle comprenant également les protocoles d'arrêt quotidien de sédation, les modes ventilatoires assistés, la nutrition ...

Des moyens matériels et surtout humains adéquats sont indispensables.

## VIII. Bibliographie

1. De Jonghe B, Lacherade J-C, Durand M-C, Sharshar T. Critical Illness Neuromuscular Syndromes. *Crit Care Clin*. 2007 Jan;23(1):55–69.
2. Topp R, Ditmyer M, King K, Doherty K, Hornyak J. The effect of bed rest and potential of prehabilitation on patients in the intensive care unit. *AACN Clin Issues*. 2002 May;13(2):263–76.
3. Jonkman AH, Jansen D, Heunks LMA. Novel insights in ICU-acquired respiratory muscle dysfunction: implications for clinical care. *Crit Care* [Internet]. 2017 Dec [cited 2017 Jun 15];21(1). Available from: <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-017-1642-0>
4. Herridge MS, Cheung AM, Tansey CM, Matte-Martyn A, Diaz-Granados N, Al-Saidi F, et al. One-Year Outcomes in Survivors of the Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med*. 2003 Feb 20;348(8):683–93.
5. Gueret G, Guillouet M, Vermeersch V, Guillard é., Talarmin H, Nguyen B-V, et al. La neuromyopathie acquise en réanimation. *Ann Fr Anesth Réanimation*. 2013 Sep;32(9):580–91.
6. Dejonghe B, Sharshar T, Raphael J. Neuromyopathies de réanimation. *Réanimation*. 2004 Jul;13(5):355–61.
7. Gruther W, Benesch T, Zorn C, Paternostro-Sluga T, Quittan M, Fialka-Moser V, et al. Muscle wasting in intensive care patients: Ultrasound observation of the M. quadriceps femoris muscle layer. *J Rehabil Med*. 2008;40(3):185–9.
8. Bunnell A, Ney J, Gellhorn A, Hough CL. Quantitative neuromuscular ultrasound in intensive care unit-acquired weakness: A systematic review: US in ICU-AW. *Muscle Nerve*. 2015 Nov;52(5):701–8.
9. Parry SM, El-Ansary D, Cartwright MS, Sarwal A, Berney S, Koopman R, et al. Ultrasonography in the intensive care setting can be used to detect changes in the quality and quantity of muscle and is related to muscle strength and function. *J Crit Care*. 2015 Oct;30(5):1151.e9-1151.e14.
10. Mandal S, Suh E, Thompson A, Connolly B, Ramsay M, Harding R, et al. Comparative study of linear and curvilinear ultrasound probes to assess quadriceps rectus femoris muscle mass in healthy subjects and in patients with chronic respiratory disease. *BMJ Open Respir Res*. 2016 Jan;3(1):e000103.
11. Gerovasili V, Stefanidis K, Vitzilaios K, Karatzanos E, Politis P, Koroneos A, et al. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. *Crit Care*. 2009;13(5):R161.
12. dos Santos LJ, de Aguiar Lemos F, Bianchi T, Sachetti A, Acqua AMD, da Silva Naue W, et al. Early rehabilitation using a passive cycle ergometer on muscle morphology in mechanically ventilated critically ill patients in the Intensive Care Unit (MoVe-ICU study): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* [Internet]. 2015 Dec [cited 2016 Jul 31];16(1). Available from: <http://www.trialsjournal.com/content/16/1/383>
13. Gruther W, Zorn C, Paternostro-Sluga T, Quittan M, Spiss C, Kainberger F, et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study. *J Rehabil Med*. 2010;42(6):593–7.

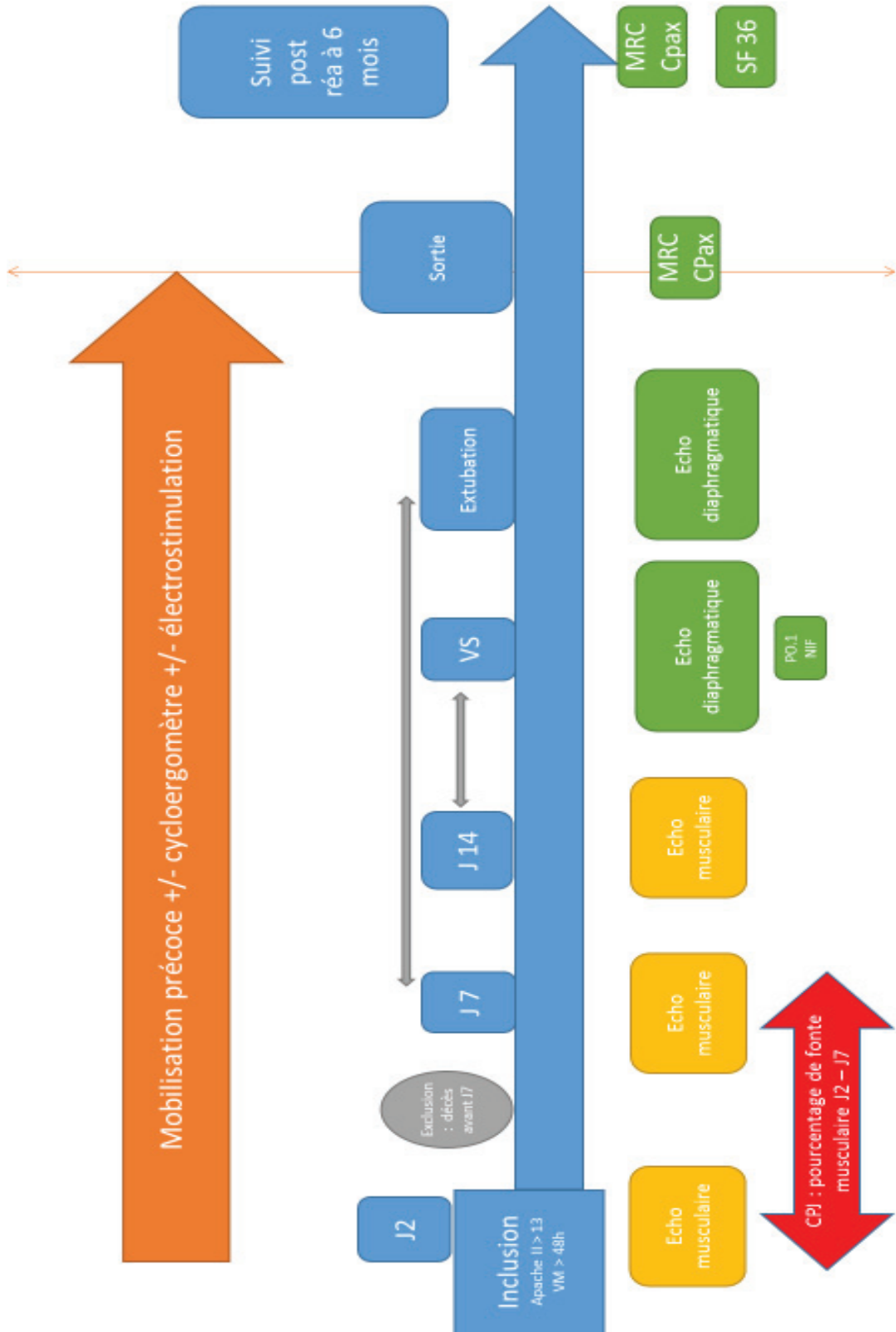
14. Fischer A, Spiegl M, Altmann K, Winkler A, Salamon A, Themessl-Huber M, et al. Muscle mass, strength and functional outcomes in critically ill patients after cardiothoracic surgery: does neuromuscular electrical stimulation help? The Catastim 2 randomized controlled trial. *Crit Care* [Internet]. 2016 Dec [cited 2016 Jul 29];20(1). Available from: <http://ccforum.com/content/20/1/30>
15. Jung B, Moury PH, Mahul M, de Jong A, Galia F, Prades A, et al. Diaphragmatic dysfunction in patients with ICU-acquired weakness and its impact on extubation failure. *Intensive Care Med*. 2016 May;42(5):853–61.
16. Petrof BJ, Jaber S, Matecki S. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction: *Curr Opin Crit Care*. 2010 Feb;16(1):19–25.
17. Jung B, Gleeton D, Daurat A, Conseil M, Mahul M, Rao G, et al. Conséquences de la ventilation mécanique sur le diaphragme. *Rev Mal Respir*. 2015 Apr;32(4):370–80.
18. Demoule A, Jung B, Prodanovic H, Molinari N, Chanques G, Coirault C, et al. Diaphragm Dysfunction on Admission to the Intensive Care Unit. Prevalence, Risk Factors, and Prognostic Impact—A Prospective Study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013 Jul 15;188(2):213–9.
19. Demoule A, Molinari N, Jung B, Prodanovic H, Chanques G, Matecki S, et al. Patterns of diaphragm function in critically ill patients receiving prolonged mechanical ventilation: a prospective longitudinal study. *Ann Intensive Care* [Internet]. 2016 Dec [cited 2017 Sep 7];6(1). Available from: <http://annalsofintensivecare.springeropen.com/articles/10.1186/s13613-016-0179-8>
20. Conseil M, Coisel Y, Moury PH, Chanques G, Jung B, Jaber S. Fatigue diaphragmatique et sevrage de la ventilation. *Prat En Anesth Réanimation*. 2014 Apr;18(2):114–22.
21. Matamis D, Soilemezi E, Tsagourias M, Akoumianaki E, Dimassi S, Boroli F, et al. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications. *Intensive Care Med*. 2013 May;39(5):801–10.
22. Boussuges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic Motion Studied by M-Mode Ultrasonography. *Chest*. 2009 Feb;135(2):391–400.
23. Kim SH, Na S, Choi J-S, Na SH, Shin S, Koh SO. An Evaluation of Diaphragmatic Movement by M-Mode Sonography as a Predictor of Pulmonary Dysfunction After Upper Abdominal Surgery: *Anesth Analg*. 2010 May;110(5):1349–54.
24. Kim WY, Suh HJ, Hong S-B, Koh Y, Lim C-M. Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: Influence on weaning from mechanical ventilation\*: *Crit Care Med*. 2011 Dec;39(12):2627–30.
25. Jiang J-R, Tsai T-H, Jerng J-S, Yu C-J, Wu H-D, Yang P-C. Ultrasonographic Evaluation of Liver/Spleen Movements and Extubation Outcome. *Chest*. 2004 Jul;126(1):179–85.
26. Conti G, Antonelli M, Arzano S, Gasparetto A. Equipment review: Measurement of occlusion pressures in critically ill patients. *Crit Care*. 1997;1(3):89.
27. Sassoon CSH, Mahutte CK. Airway Occlusion Pressure and Breathing Pattern as Predictors of Weaning Outcome. *Am Rev Respir Dis*. 1993 Oct;148(4\_pt\_1):860–6.

28. Yang KL, Tobin MJ. A Prospective Study of Indexes Predicting the Outcome of Trials of Weaning from Mechanical Ventilation. *N Engl J Med.* 1991 May 23;324(21):1445–50.
29. Demoule A, Brochard L. [Study of respiratory muscle function in intensive care: recent advances (1998-2004)--ATS/ERS workshop]. *Rev Mal Respir.* 2005 Jun;22(3):499–506.
30. Guérin C, Burle J-F. Réhabilitation précoce en réanimation. C'est possible. *Réanimation.* 2015 Jan;24(S2):371–8.
31. Roeseler J, Sottiaux T, Lemiale V, Lesny M, Beduneau G, Bialais E, et al. Prise en charge de la mobilisation précoce en réanimation, chez l'adulte et l'enfant (électrostimulation incluse). *Réanimation.* 2013 Mar;22(2):207–18.
32. Hodgson CL, Berney S, Harrold M, Saxena M, Bellomo R. Clinical review: Early patient mobilization in the ICU. *Crit Care.* 2012;17(1):207.
33. Calvo-Ayala E, Khan BA, Farber MO, Ely EW, Boustani MA. Interventions to Improve the Physical Function of ICU Survivors. *Chest.* 2013 Nov;144(5):1469–80.
34. Connolly B, O'Neill B, Salisbury L, Blackwood B. Physical rehabilitation interventions for adult patients during critical illness: an overview of systematic reviews. *Thorax.* 2016 May 24;thoraxjnl-2015-208273.
35. Morris PE, Goad A, Thompson C, Taylor K, Harry B, Passmore L, et al. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure\*: *Crit Care Med.* 2008 Aug;36(8):2238–43.
36. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *The Lancet.* 2009 May;373(9678):1874–82.
37. Burtin C, Clerckx B, Robbeets C, Ferdinande P, Langer D, Troosters T, et al. Early exercise in critically ill patients enhances short-term functional recovery\*: *Crit Care Med.* 2009 Sep;37(9):2499–505.
38. Thelandersson A, Nellgård B, Ricksten S-E, Cider Å. Effects of Early Bedside Cycle Exercise on Intracranial Pressure and Systemic Hemodynamics in Critically Ill Patients in a Neurointensive Care Unit. *Neurocrit Care* [Internet]. 2016 May 23 [cited 2016 Aug 7]; Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s12028-016-0278-2>
39. Kho ME, Molloy AJ, Clarke F, Herridge MS, Koo KKY, Rudkowski J, et al. CYCLE pilot: a protocol for a pilot randomised study of early cycle ergometry versus routine physiotherapy in mechanically ventilated patients. *BMJ Open.* 2016 Apr;6(4):e011659.
40. Hough CL, Lieu BK, Caldwell ES. Manual muscle strength testing of critically ill patients: feasibility and interobserver agreement. *Crit Care.* 2011;15(1):R43.
41. Garratt AM, Ruta DA, Abdalla MI, Buckingham JK, Russell IT. The SF36 health survey questionnaire: an outcome measure suitable for routine use within the NHS? *BMJ.* 1993 May 29;306(6890):1440–4.

42. Corner EJ, Soni N, Handy JM, Brett SJ. Construct validity of the Chelsea critical care physical assessment tool: an observational study of recovery from critical illness. *Crit Care*. 2014;18(2):R55.
43. Corner EJ, Wood H, Englebretsen C, Thomas A, Grant RL, Nikolettou D, et al. The Chelsea Critical Care Physical Assessment Tool (CPAx): validation of an innovative new tool to measure physical morbidity in the general adult critical care population; an observational proof-of-concept pilot study. *Physiotherapy*. 2013 Mar;99(1):33–41.
44. Maffiuletti NA, Roig M, Karatzanos E, Nanas S. Neuromuscular electrical stimulation for preventing skeletal-muscle weakness and wasting in critically ill patients: a systematic review. *BMC Med* [Internet]. 2013 Dec [cited 2016 Aug 4];11(1). Available from: <http://bmcmmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/1741-7015-11-137>
45. Routsis C, Gerovasili V, Vasileiadis I, Karatzanos E, Pitsolis T, Tripodaki ES, et al. Electrical muscle stimulation prevents critical illness polyneuromyopathy: a randomized parallel intervention trial. *Crit Care*. 2010;14(2):R74.
46. Segers J, Hermans G, Bruyninckx F, Meyfroidt G, Langer D, Gosselink R. Feasibility of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients. *J Crit Care*. 2014 Dec;29(6):1082–8.
47. Elkins M, Dentice R. Inspiratory muscle training facilitates weaning from mechanical ventilation among patients in the intensive care unit: a systematic review. *J Physiother*. 2015 Jul;61(3):125–34.
48. Martin AD, Smith BK, Davenport PD, Harman E, Gonzalez-Rothi RJ, Baz M, et al. Inspiratory muscle strength training improves weaning outcome in failure to wean patients: a randomized trial. *Crit Care*. 2011;15(2):R84.
49. Schellekens W-JM, van Hees HWH, Doorduyn J, Roesthuis LH, Scheffer GJ, van der Hoeven JG, et al. Strategies to optimize respiratory muscle function in ICU patients. *Crit Care* [Internet]. 2016 Dec [cited 2017 Aug 29];20(1). Available from: <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-016-1280-y>
50. Silva S, Ait Aissa D, Cocquet P, Hoarau L, Ruiz J, Ferre F, et al. Combined Thoracic Ultrasound Assessment during a Successful Weaning Trial Predicts Postextubation Distress: *Anesthesiology*. 2017 Jun;1.
51. McKinley S, Fien M, Elliott R, Elliott D. Health-Related Quality of Life and Associated Factors in Intensive Care Unit Survivors 6 Months After Discharge. *Am J Crit Care Off Publ Am Assoc Crit-Care Nurses*. 2016 Jan;25(1):52–8.

## IX. Annexes

### 1) Protocole de l'étude



## 2) Feuille de recueil des données échographiques

Opérateur 1 (Op 1) : ..... Opérateur 2 (Op 2) : .....

Patient : .....

Date

Date	J	Echo Diaphragmatique Temps d'excursion diaphragmatique (en mm) A Droite	Paramètres respiratoires au NA machine		Echo musculaire quadriceps : droit antérieur + vaste intermédiaire (en cm)						Score MRC	Score CPax		
			PO.1	NIF	Droite			Gauche					Tours de cuisse (en cm)	
					proximale	mi-cuisse (distance .....)	distale	proximal	mi-cuisse (distance .....)	distale			Dte	G
	Inclusion J2				Op 1:	Op 1:	Op 1:	Op 1:	Op 1:	Op 1:				
	J7				Op 2:	Op 2:	Op 2:	Op 2:	Op 2:	Op 2:				
	J14				Op 1:	Op 1:	Op 1:	Op 1:	Op 1:	Op 1:				
	VS J....	Op 1:			Op 2:	Op 2:	Op 2:	Op 2:	Op 2:	Op 2:				
	Extubation J...	Op 1:			Op 2:	Op 2:	Op 2:	Op 2:	Op 2:	Op 2:				
	Sortie													
	M 6													



### 3) SF36

#### 1. Dans l'ensemble, pensez-vous que votre santé est :

Entourez le chiffre qui correspond à votre choix

- Excellente	5
- Très bonne	4,4
- Bonne	3,4
- Médiocre	2
- Mauvaise	1

#### 2. Par rapport à l'année dernière à la même époque comment trouvez-vous votre état de santé en ce moment ?

Entourez le chiffre qui correspond à votre choix

- Bien meilleur que l'an dernier	5
- Plutôt meilleur	4
- A peu près pareil	3
- Plutôt moins bon	2
- Beaucoup moins bon	1

#### 3. Voici une liste d'activités que vous pouvez avoir à faire tous les jours. Pour chacune d'entre elles, indiquez si vous êtes limité(e) en raison de votre état de santé actuel.

Entourez la réponse de votre choix, une par ligne

liste d'activités	Oui, beaucoup limité(e)	Oui, un peu limité(e)	Non, pas du tout limité(e)
Efforts physiques importants tels que courir, soulever un objet lourd, faire du sport, etc.	1	2	3
Efforts physiques modérés tels que déplacer une table, passer l'aspirateur, jouer aux boules	1	2	3
Soulever et porter les courses	1	2	3
Monter plusieurs étages par l'escalier	1	2	3
Monter un étage par l'escalier	1	2	3
Se pencher en avant, se mettre à genoux, s'accroupir	1	2	3
Marcher plus d'1 km à pied	1	2	3
Marcher plusieurs centaines de mètres	1	2	3
Marcher une centaine de mètres	1	2	3
Prendre un bain, une douche ou s'habiller	1	2	3

#### 4. Au cours de ces 4 dernières semaines, et en raison de votre état physique

entourez la réponse de votre choix, une par ligne

Avez-vous	OUI	NON
réduit le temps passé à votre travail ou à vos activités habituelles	1	2
accompli moins de choses que vous auriez souhaité	1	2
dû arrêter de faire certaines choses	1	2
eu des difficultés à faire votre travail ou toute autre activité (par exemple, cela vous a demandé un effort supplémentaire)	1	2

**5. Au cours de ces 4 dernières semaines et en raison de votre état émotionnel (comme vous sentir triste, nerveux(se) ou déprimé(e))**

entourez la réponse de votre choix, une par ligne

Avez-vous	OUI	NON
réduit le temps passé à votre travail ou à vos activités habituelles	1	2
accompli moins de choses que vous auriez souhaité	1	2
eu des difficultés à faire ce que vous aviez à faire avec autant de soin et d'attention que d'habitude	1	2

**6. Au cours de ces 4 dernières semaines dans quelle mesure votre état de santé, physique ou émotionnel, vous a t-il gêné(e) dans votre vie sociale et vos relations avec les autres, votre famille, vos amis, vos connaissances ?**

Entourez le chiffre qui correspond à votre choix

- Pas du tout	5
- Un petit peu	4
- Moyennement	3
- Beaucoup	2
- Enormément	1

**7. Au cours des 4 dernières semaines, quelle a été l'intensité de vos douleurs physiques ?**

Entourez le chiffre qui correspond à votre choix

- Nulle	6
- Très faible	5,4
- Faible	4,2
- Moyenne	3,1
- Grande	2,2
- Très grande	1

**8. Au cours de ces 4 dernières semaines, dans quelle mesure vos douleurs physiques vous ont-elles limité(e) dans votre travail ou vos activités domestiques ?**

Entourez le chiffre qui correspond à votre choix

- Pas du tout	5(6)
- Un petit peu	4
- Moyennement	3
- Beaucoup	2

- Enormément	1
--------------	---

**9. Les questions qui suivent portent sur comment vous vous êtes senti(e) au cours de ces 4 dernières semaines. Pour chaque question, veuillez indiquer la réponse qui vous semble la plus appropriée. Au cours de ces 4 dernières semaines, y a-t-il eu des moments où :**  
entourez la réponse de votre choix, une par ligne

Vous vous êtes senti(e)	En permanence	Très souvent	Souvent	Quelquefois	Rarement	Jamais
dynamique ?	6	5	4	3	2	1
très nerveux(se) ?	1	2	3	4	5	6
si découragé(e) que rien ne pouvait vous remonter le moral ?	1	2	3	4	5	6
calme et détendu(e) ?	1	2	3	4	5	6
débordant(e) d'énergie ?	6	5	4	3	2	1
triste et abattu(e) ?	1	2	3	4	5	6
épuisé(e) ?	1	2	3	4	5	6
heureux(se) ?	6	5	4	3	2	1
fatigué(e) ?	1	2	3	4	5	6

**10. Au cours de ces 4 dernières semaines, y a-t-il eu des moments où votre état de santé physique ou émotionnel, vous a gêné(e) dans votre vie sociale et vos relations avec les autres, votre famille, vos amis, vos connaissances ?**

Entourez le chiffre qui correspond à votre choix

- En permanence	1
- Une bonne partie du temps	2
- De temps en temps	3
- Rarement	4
- Jamais	5

**11. Indiquez, pour chacune des phrases suivantes, dans quelle mesure elles sont vraies ou fausses dans votre cas :**

entourez la réponse de votre choix, une par ligne

	Totalement vraie	Plutôt vraie	Je ne sais pas	Plutôt fausse	Totalement fausse
Je tombe malade plus facilement que les autres	1	2	3	4	5
Je me porte aussi bien que n'importe qui	5	4	3	2	1
Je m'attends à ce que ma santé se dégrade	1	2	3	4	5
Je suis en excellente santé	5	4	3	2	1

#### 4) MRC

##### Score MRC

Cotation de 0 à 5 :

0 : absence de contraction

3 : mouvement contre gravité

1 : contraction, absence de mouvement

4 : mouvement contre gravité et résistance

2 : mouvement insuffisant pour vaincre la gravité

5 : force normale

	Droit	Gauche
Abduction du bras		
Flexion de l'avant-bras		
Extension du poignet		
Flexion de la cuisse		
Extension de la jambe		
Flexion du pied		
TOTAL / 60		

## 5) CPax : The Chelsea Critical Care Physical Assessment Tool

Fonction physique	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5	Résultat sortie	Résultat à 6 mois
<b>Fonction respiratoire</b>	VC	VC + qq efforts spontanés	VSAI (invasive ou VNI) continue	VS avec V NI discontinue ou O2 > 15l	VS, O2 < 15l/mn	VS sans O2		
<b>Toux</b>	absente	à l'aspi profonde	Volontaire, faible, inefficace	Volontaire, partiellement efficace, qq expectorations	Efficace, nécessite clearway	efficace		
<b>Se déplacer dans le lit</b>	incapable	Initie le mouvement. Aide ≥ 2 personnes	Initie le mouvement. Aide ≥ 1 personne	Initie le mouvement. Aide = 1 personne	Indépendant ≥ 3 sec	Indépendant ≤ 3 sec		
<b>Passer de la position couchée à assis au bord du lit</b>	incapable	Initie le mouvement. Aide ≥ 2 personnes	Initie le mouvement. Aide ≥ 1 personne	Initie le mouvement. Aide = 1 personne	Indépendant en ≥ 3 sec	Indépendant en ≤ 3 sec		
<b>Position assise dynamique (bord de lit)</b>	incapable	Aide ≥ 2 personnes	Aide ≥ 1 personne	Aide = 1 personne	Indépendant avec peu d'équilibre	Indépendant avec équilibre ok (peut tendre les mains)		
<b>Equilibre debout</b>	incapable	Table de verticalisation (Tilt)	Hissé, soutenu	cadre ou béquilles	sans aide	Sans aide et équilibre complet		
<b>Position assise à debout</b>	incapable	Aide maximale (hissé)	Aide modérée : 1 -2 personnes	Aide minimale : 1 personne	Sans aide en poussant avec les bras	Sans aide et sans les bras		
<b>Transfert lit-fauteuil</b>	incapable	Lève malade	Hissé	Pivot avec aide	Se lève et marche avec aide/équipement	Sans aide ni équipement		
<b>Marche</b>	incapable	Lève malade	Aide ≥ 2 personnes	Aide ≥ 1 personne, déambulateur	Aide = 1 personne, déambulateur	indépendant		
<b>Force de préhension (main la plus forte)</b>	Mesure avec dynamomètre de main hydraulique Jamar®, résultats en % des normes H/F ( cf table)							
	Incapable à évaluer	<20%	<40%	<60%	< 80%	≥80%		
<b>Total</b>								

