

**Apports énergétiques et calorimétrie indirecte chez des patients de
réanimation ventilés : Etude de cohorte rétrospective**

T H È S E

Présentée et publiquement soutenue devant

LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES

DE MARSEILLE

Le 19 Mars 2020

Par Madame Clémence PASCHE

Née le 23 septembre 1988 à Aix-en-Provence (13)

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

D.E.S. d'ANESTHÉSIE-RÉANIMATION

Membres du Jury de la Thèse :

Monsieur le Professeur BRUDER Nicolas

Président

Monsieur le Professeur ALBANÈSE Jacques

Assesseur

Monsieur le Professeur CANTAIS Emmanuel

Directeur

Monsieur le Docteur BOUSSEN Salah

Assesseur

**Apports énergétiques et calorimétrie indirecte chez des patients de
réanimation ventilés : Etude de cohorte rétrospective**

T H È S E

Présentée et publiquement soutenue devant

LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES

DE MARSEILLE

Le 19 Mars 2020

Par Madame Clémence PASCHE

Née le 23 septembre 1988 à Aix-en-Provence (13)

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

D.E.S. d'ANESTHÉSIE-RÉANIMATION

Membres du Jury de la Thèse :

Monsieur le Professeur BRUDER Nicolas

Président

Monsieur le Professeur ALBANÈSE Jacques

Assesseur

Monsieur le Professeur CANTAIS Emmanuel

Directeur

Monsieur le Docteur BOUSSEN Salah

Assesseur

AIX-MARSEILLE UNIVERSITE

Président : Yvon BERLAND

FACULTE DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES

Administrateur provisoire: Georges LEONETTI

Affaires Générales : Patrick DESSI
Professions Paramédicales : Philippe BERBIS

Assesseurs :

- aux Etudes : Jean-Michel VITON
- à la Recherche : Jean-Louis MEGE
- aux Prospectives Hospitalo-Universitaires : Frédéric COLLART
- aux Enseignements Hospitaliers : Patrick VILLANI
- à l'Unité Mixte de Formation Continue en Santé : Fabrice BARLESI
- pour le Secteur Nord : Stéphane BERDAH
- aux centres hospitaliers non universitaires : Jean-Noël ARGENSON

Chargés de mission :

- 1^{er} cycle : Jean-Marc DURAND et Marc BARTHET
- 2^{ème} cycle : Marie-Aleth RICHARD
- 3^{ème} cycle DES/DESC : Pierre-Edouard FOURNIER
- Licences-Masters-Doctorat : Pascal ADALIAN
- DU-DIU : Véronique VITTON
- Stages Hospitaliers : Franck THUNY
- Sciences Humaines et Sociales : Pierre LE COZ
- Préparation à l'ECN : Aurélie DAUMAS
- Démographie Médicale et Filiation : Roland SAMBUC
- Relations Internationales : Philippe PAROLA
- Etudiants : Arthur ESQUER

Chef des services généraux : Déborah ROCCHICCIOLI

Chefs de service :

- Communication : Laetitia DELOUIS
- Examens : Caroline MOUTTET
- Intérieur : Joëlle FAVREGA
- Maintenance : Philippe KOCK
- Scolarité : Christine GAUTHIER

DOYENS HONORAIRES

M. Yvon BERLAND
M. André ALI CHERIF
M. Jean-François PELLISSIER

PROFESSEURS HONORAIRES

MM	AGOSTINI Serge	MM	FAVRE Roger
	ALDIGHERI René		FIECHI Marius
	ALESSANDRINI Pierre		FARNARIER Georges
	ALLIEZ Bernard		FIGARELLA Jacques
	AQUARON Robert		FONTES Michel
	ARGEME Maxime		FRANCOIS Georges
	ASSADOURIAN Robert		FUENTES Pierre
	AUFFRAY Jean-Pierre		GABRIEL Bernard
	AUTILLO-TOUATI Amapola		GALINIER Louis
	AZORIN Jean-Michel		GALLAIS Hervé
	BAILLE Yves		GAMERRE Marc
	BARDOT Jacques		GARCIN Michel
	BARDOT André		GARNIER Jean-Marc
	BERARD Pierre		GAUTHIER André
	BERGOIN Maurice		GERARD Raymond
	BERNARD Dominique		GEROLAMI-SANTANDREA André
	BERNARD Jean-Louis		GIUDICELLI Roger
	BERNARD Pierre-Marie		GIUDICELLI Sébastien
	BERTRAND Edmond		GOUDARD Alain
	BISSET Jean-Pierre		GOUIN François
	BLANC Bernard		GRILLO Jean-Marie
	BLANC Jean-Louis		GRISOLI François
	BOLLINI Gérard		GROULIER Pierre
	BONGRAND Pierre		HADIDA/SAYAG Jacqueline
	BONNEAU Henri		HASSOUN Jacques
	BONNOIT Jean		HEIM Marc
	BORY Michel		HOUEL Jean
	BOTTA Alain		HUGUET Jean-François
	BOURGEADE Augustin		JAQUET Philippe
	BOUVENOT Gilles		JAMMES Yves
	BOUYALA Jean-Marie		JOUE Paulette
	BREMOND Georges		JUHAN Claude
	BRICOT René		JUIN Pierre
	BRUNET Christian		KAPHAN Gérard
	BUREAU Henri		KASBARIAN Michel
	CAMBOULIVES Jean		KLEISBAUER Jean-Pierre
	CANNONI Maurice		LACHARD Jean
	CARTOUZOU Guy		LAFFARGUE Pierre
	CAU Pierre		LAUGIER René
	CHABOT Jean-Michel		LE TREUT Yves
	CHAMLIAN Albert		LEVY Samuel
	CHARREL Michel		LOUCHET Edmond
	CHAUVEL Patrick		LOUIS René
	CHOUX Maurice		LUCIANI Jean-Marie
	CIANFARANI François		MAGALON Guy
	CLEMENT Robert		MAGNAN Jacques
	COMBALBERT André		MALLAN- MANCINI Josette
	CONTE-DEVOLX Bernard		MALMEJAC Claude
	CORRIOL Jacques		MARANINCHI Dominique
	COULANGE Christian		MARTIN Claude
	DALMAS Henri		MATTEI Jean François
	DE MICO Philippe		MERCIER Claude
	DESSEIN Alain		METGE Paul
	DELARQUE Alain		MICHOTÉY Georges
	DEVIN Robert		MILLET Yves
	DEVRED Philippe		MIRANDA François
	DJIANE Pierre		MONFORT Gérard
	DONNET Vincent		MONGES André
	DUCASSOU Jacques		MONGIN Maurice
	DUFOUR Michel		MONTIES Jean-Raoul
	DUMON Henri		NAZARIAN Serge
	ENJALBERT Alain		NICOLI René

MM NOIRCLERC Michel
OLMER Michel
OREHEK Jean
PAPY Jean-Jacques
PAULIN Raymond
PELOUX Yves
PENAUD Antony
PENE Pierre
PIANA Lucien
PICAUD Robert
PIGNOL Fernand
POGGI Louis
POITOUT Dominique
PONCET Michel
POUGET Jean
PRIVAT Yvan
QUILICHINI Francis
RANQUE Jacques
RANQUE Philippe
RICHAUD Christian
RIDINGS Bernard
ROCHAT Hervé
ROHNER Jean-Jacques
ROUX Hubert
ROUX Michel
RUFO Marcel
SAHEL José
SALAMON Georges
SALDUCCI Jacques
SAN MARCO Jean-Louis
SANKALE Marc
SARACCO Jacques
SASTRE Bernard
SCHIANO Alain
SCOTTO Jean-Claude
SEBAHOUN Gérard
SERMENT Gérard
SERRATRICE Georges
SOULAYROL René
STAHL André
TAMALET Jacques
TARANGER-CHARPIN Colette
THOMASSIN Jean-Marc
UNAL Daniel
VAGUE Philippe
VAGUE/JUHAN Irène
VANUXEM Paul
VERVLOET Daniel
VIALETTES Bernard
WEILLER Pierre-Jean

1967

MM. les Professeurs DADI (Italie)
CID DOS SANTOS (Portugal)

1974

MM. les Professeurs MAC ILWAIN (Grande-Bretagne)
T.A. LAMBO (Suisse)

1975

MM. les Professeurs O. SWENSON (U.S.A.)
Lord J.WALTON of DETCHANT (Grande-Bretagne)

1976

MM. les Professeurs P. FRANCHIMONT (Belgique)
Z.J. BOWERS (U.S.A.)

1977

MM. les Professeurs C. GAJDUSEK-Prix Nobel (U.S.A.)
C.GIBBS (U.S.A.)
J. DACIE (Grande-Bretagne)

1978

M. le Président F. HOUPHOUET-BOIGNY (Côte d'Ivoire)

1980

MM. les Professeurs A. MARGULIS (U.S.A.)
R.D. ADAMS (U.S.A.)

1981

MM. les Professeurs H. RAPPAPORT (U.S.A.)
M. SCHOU (Danemark)
M. AMENT (U.S.A.)
Sir A. HUXLEY (Grande-Bretagne)
S. REFSUM (Norvège)

1982

M. le Professeur W.H. HENDREN (U.S.A.)

1985

MM. les Professeurs S. MASSRY (U.S.A.)
KLINSMANN (R.D.A.)

1986

MM. les Professeurs E. MIHICH (U.S.A.)
T. MUNSAT (U.S.A.)
LIANA BOLIS (Suisse)
L.P. ROWLAND (U.S.A.)

1987

M. le Professeur P.J. DYCK (U.S.A.)

1988

MM. les Professeurs R. BERGUER (U.S.A.)
W.K. ENGEL (U.S.A.)
V. ASKANAS (U.S.A.)
J. WEHSTER KIRKLIN (U.S.A.)
A. DAVIGNON (Canada)
A. BETTARELLO (Brésil)

1989

M. le Professeur P. MUSTACCHI (U.S.A.)

1990

MM. les Professeurs J.G. MC LEOD (Australie)
J. PORTER (U.S.A.)

1991

MM. les Professeurs J. Edward MC DADE (U.S.A.)
W. BURGDORFER (U.S.A.)

1992

MM. les Professeurs H.G. SCHWARZACHER (Autriche)
D. CARSON (U.S.A.)
T. YAMAMURO (Japon)

1994

MM. les Professeurs G. KARPATI (Canada)
W.J. KOLFF (U.S.A.)

1995

MM. les Professeurs D. WALKER (U.S.A.)
M. MULLER (Suisse)
V. BONOMINI (Italie)

1997

MM. les Professeurs C. DINARELLO (U.S.A.)
D. STULBERG (U.S.A.)
A. MEIKLE DAVISON (Grande-Bretagne)
P.I. BRANEMARK (Suède)

1998

MM. les Professeurs O. JARDETSKY (U.S.A.)

1999

MM. les Professeurs J. BOTELLA LLUSIA (Espagne)
D. COLLEN (Belgique)
S. DIMAURO (U. S. A.)

2000

MM. les Professeurs D. SPIEGEL (U. S. A.)
C. R. CONTI (U.S.A.)

2001

MM. les Professeurs P-B. BENNET (U. S. A.)
G. HUGUES (Grande Bretagne)
J-J. O'CONNOR (Grande Bretagne)

2002

MM. les Professeurs M. ABEDI (Canada)
K. DAI (Chine)

2003

M. le Professeur Sir T. MARRIE (Canada)
G.K. RADDI (Grande Bretagne)

2004

M. le Professeur M. DAKE (U.S.A.)

2005

M. le Professeur L. CAVALLI-SFORZA (U.S.A.)

2006

M. le Professeur A. R. CASTANEDA (U.S.A.)

2007

M. le Professeur S. KAUFMANN (Allemagne)

PROFESSEURS EMERITE

2008

M. le Professeur	LEVY Samuel	31/08/2011
Mme le Professeur	JUHAN-VAGUE Irène	31/08/2011
M. le Professeur	PONCET Michel	31/08/2011
M. le Professeur	KASBARIAN Michel	31/08/2011
M. le Professeur	ROBERTOUX Pierre	31/08/2011

2009

M. le Professeur	DJIANE Pierre	31/08/2011
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2012

2010

M. le Professeur	MAGNAN Jacques	31/12/2014
------------------	----------------	------------

2011

M. le Professeur	DI MARINO Vincent	31/08/2015
M. le Professeur	MARTIN Pierre	31/08/2015
M. le Professeur	METRAS Dominique	31/08/2015

2012

M. le Professeur	AUBANIAC Jean-Manuel	31/08/2015
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2015
M. le Professeur	CAMBOULIVES Jean	31/08/2015
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2015
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2015
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2015
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2015

2013

M. le Professeur	BRANCHEREAU Alain	31/08/2016
M. le Professeur	CARAYON Pierre	31/08/2016
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2016
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2016
M. le Professeur	HENRY Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	LE GUICHAOUA Marie-Roberte	31/08/2016
M. le Professeur	RUFO Marcel	31/08/2016
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2016

2014

M. le Professeur	FUENTES Pierre	31/08/2017
M. le Professeur	GAMERRE Marc	31/08/2017
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2017
M. le Professeur	PERAGUT Jean-Claude	31/08/2017
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2017

2015

M. le Professeur	COULANGE Christian	31/08/2018
M. le Professeur	COURAND François	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2016
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2016
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2016

2016

M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2017
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2019
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2017
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2017
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2019
M. le Professeur	JAMMES Yves	31/08/2019
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2017
M. le Professeur	POITOUT Dominique	31/08/2019
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2017
M. le Professeur	VIALETES Bernard	31/08/2019

2017

M. le Professeur	ALESSANDRINI Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2018
M. le Professeur	CHAUVEL Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2018
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2018
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2018
M. le Professeur	SEBBAHOUN Gérard	31/08/2018

2018

M. le Professeur	MARANINCHI Dominique	31/08/2021
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2019
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2019

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI FERRANDES Aubert	CHINOT Olivier	GRIMAUD Jean-Charles
ALBANESE Jacques	CHOSSEGROS Cyrille	GROB Jean-Jacques
ALIMI Yves	<i>CLAVERIE Jean-Michel Surnombre</i>	GUEDJ Eric
AMABILE Philippe	COLLART Frédéric	GUIEU Régis
AMBROSI Pierre	COSTELLO Régis	GUIS Sandrine
ANDRE Nicolas	COURBIERE Blandine	GUYE Maxime
ARGENSON Jean-Noël	COWEN Didier	GUYOT Laurent
ASTOUL Philippe	CRAVELLO Ludovic	GUYS Jean-Michel
ATTARIAN Shahram	CUISSET Thomas	HABIB Gilbert
AUDOUIN Bertrand	CURVALE Georges	HARDWIGSEN Jean
AUQUIER Pascal	DA FONSECA David	HARLE Jean-Robert
AVIERINOS Jean-François	DAHAN-ALCARAZ Laetitia	<i>HOFFART Louis Disponibilité</i>
AZULAY Jean-Philippe	DANIEL Laurent	HOUVENAEGHEL Gilles
BAILLY Daniel	DARMON Patrice	JACQUIER Alexis
BARLESI Fabrice	D'ERCOLE Claude	JOURDE-CHICHE Noémie
BARLIER-SETTI Anne	D'JOURNO Xavier	JOUE Jean-Luc
BARTHET Marc	DEHARO Jean-Claude	KAPLANSKI Gilles
BARTOLI Christophe	DELAPORTE Emmanuel	KARSENTY Gilles
BARTOLI Jean-Michel	DELPERO Jean-Robert	KERBAUL François
BARTOLI Michel	DENIS Danièle	KRAHN Martin
BARTOLOMEI Fabrice	DISDIER Patrick	LAFFORGUE Pierre
BASTIDE Cyrille	DODDOLI Christophe	LAGIER Jean-Christophe
BENSOUSSAN Laurent	DRANCOURT Michel	LAMBAUDIE Eric
BERBIS Philippe	DUBUS Jean-Christophe	LANCON Christophe
BERDAH Stéphane	DUFFAUD Florence	LA SCOLA Bernard
<i>BERLAND Yvon Surnombre</i>	DUFOUR Henry	LAUNAY Franck
BERNARD Jean-Paul	DURAND Jean-Marc	LAVIEILLE Jean-Pierre
BEROUD Christophe	DUSSOL Bertrand	LE CORROLLER Thomas
BERTUCCI François	EUSEBIO Alexandre	LECHEVALLIER Eric
BLAISE Didier	FAKHRY Nicolas	LEGRE Régis
BLIN Olivier	<i>FAUGERE Gérard Surnombre</i>	LEHUCHER-MICHEL Marie-Pascale
BLONDEL Benjamin	FELICIAN Olivier	LEONE Marc
BONIN/GUILLAUME Sylvie	FENOLLAR Florence	LEONETTI Georges
BONELLO Laurent	FIGARELLA/BRANGER Dominique	LEPIDI Hubert
BONNET Jean-Louis	FLECHER Xavier	LEVY Nicolas
<i>BOTTA/FRIDLUND Danielle Surnom</i>	FOURNIER Pierre-Edouard	MACE Loïc
BOUBLI Léon	<i>FRANCES Yves Surnombre</i>	MAGNAN Pierre-Edouard
BOUFI Mourad	FRANCESCHI Frédéric	<i>MATONTI Frédéric Disponibilité</i>
BOYER Laurent	FUENTES Stéphane	MEGE Jean-Louis
BREGEON Fabienne	GABERT Jean	MERROT Thierry
BRETELLE Florence	GABORIT Bénédicte	METZLER/GUILLEMAIN Catherine
BROUQUI Philippe	GAINNIER Marc	MEYER/DUTOIR Anne
BRUDER Nicolas	GARCIA Stéphane	MICCALEF/ROLL Joëlle
BRUE Thierry	GARIBOLDI Vlad	MICHEL Fabrice
BRUNET Philippe	GAUDART Jean	MICHEL Gérard
BURTEY Stéphane	GAUDY-MARQUESTE Caroline	MICHEL Justin
CARCOPINO-TUSOLI Xavier	GENTILE Stéphanie	MICHELET Pierre
CASANOVA Dominique	GERBEAUX Patrick	MILH Mathieu
CASTINETTI Frédéric	GEROLAMI/SANTANDREA René	MOAL Valérie
CECCALDI Mathieu	GILBERT/ALESSI Marie-Christine	MONCLA Anne
CHAGNAUD Christophe	GIORGI Roch	MORANGE Pierre-Emmanuel
CHAMBOST Hervé	GIOVANNI Antoine	MOULIN Guy
CHAMPSAUR Pierre	GIRARD Nadine	MOUTARDIER Vincent
CHANEZ Pascal	GIRAUD/CHABROL Brigitte	<i>MUNDLER Olivier Surnombre</i>
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle	GONCALVES Anthony	NAUDIN Jean
CHARREL Rémi	GORINCOUR Guillaume	NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier
<i>CHARPIN Denis Surnombre</i>	GRANEL/REY Brigitte	NICOLLAS Richard
CHAUMOTRE Kathia	GRANVAL Philippe	OLIVE Daniel
CHIARONI Jacques	GREILLIER Laurent	OUAFIK L'Houcine

PAGANELLI Franck	ROCHE Pierre-Hugues	THOMAS Pascal
PANUEL Michel	ROCH Antoine	THUNY Franck
PAPAZIAN Laurent	ROCHWERGER Richard	TREBUCHON-DA FONSECA Agnès
PAROLA Philippe	ROLL Patrice	TRIGLIA Jean-Michel
<i>PARRATTE Sébastien Disponibilité</i>	ROSSI Dominique	TROPIANO Patrick
PELISSIER-ALICOT Anne-Laure	ROSSI Pascal	TSIMARATOS Michel
PELLETIER Jean	ROUDIER Jean	TURRINI Olivier
PERRIN Jeanne	SALAS Sébastien	VALERO René
PETIT Philippe	<i>SAMBUC Roland Surnombre</i>	VAROQUAUX Arthur Damien
PHAM Thao	SARLES Jacques	VELLY Lionel
PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique	SARLES/PHILIP Nicole	VEY Norbert
PIQUET Philippe	SARLON-BARTOLI Gabrielle	VIDAL Vincent
PIRRO Nicolas	SCAVARDA Didier	VIENS Patrice
POINSO François	SCHLEINITZ Nicolas	VILLANI Patrick
RACCAH Denis	SEBAG Frédéric	VITON Jean-Michel
RANQUE Stéphane	SEITZ Jean-François	VITTON Véronique
RAOULT Didier	SIELEZNEFF Igor	VIEHWEGER Heide Elke
REGIS Jean	SIMON Nicolas	VIVIER Eric
REYNAUD/GAUBERT Martine	STEIN Andréas	XERRI Luc
REYNAUD Rachel	TAIEB David	
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth	THIRION Xavier	

PROFESSEUR DES UNIVERSITES

ADALIAN Pascal
 AGHABABIAN Valérie
 BELIN Pascal
 CHABANNON Christian
 CHABRIERE Eric
 FERON François
 LE COZ Pierre
 LEVASSEUR Anthony
 RANJEVA Jean-Philippe
 SOBOL Hagay

PROFESSEUR CERTIFIE

BRANDENBURGER Chantal

PRAG

TANTI-HARDOUIN Nicolas

PROFESSEUR ASSOCIE DE MEDECINE GENERALE A MI-TEMPS

ADNOT Sébastien
 FILIPPI Simon

MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIEN HOSPITALIER

ACHARD Vincent (<i>disponibilité</i>)	EBBO Mikael	NGUYEN PHONG Karine
AHERFI Sarah	FABRE Alexandre	NINOVE Laetitia
ANGELAKIS Emmanouil (<i>dispo oct 2018</i>)	FAURE Alice	NOUGAIREDE Antoine
ATLAN Catherine (<i>disponibilité</i>)	FOLETTI Jean- Marc	OLLIVIER Matthieu
BARTHELEMY Pierre	FOUILLOUX Virginie	OVAERT Caroline
BEGE Thierry	FROMONOT Julien	PAULMYER/LACROIX Odile
BELIARD Sophie	GASTALDI Marguerite	PESENTI Sébastien
BERBIS Julie	GELSI/BOYER Véronique	RESSEGUIER Noémie
BERGE-LEFRANC Jean-Louis	GIUSIANO Bernard	REY Marc
BERTRAND Baptiste	GIUSIANO COURCAMBECK Sophie	ROBERT Philippe
BEYER-BERJOT Laura	GONZALEZ Jean-Michel	SABATIER Renaud
BIRNBAUM David	GOURIET Frédérique	SARI-MINODIER Irène
BONINI Francesca	GRAILLON Thomas	SAVEANU Alexandru
BOUCRAUT Joseph	GRISOLI Dominique	SECQ Véronique
BOULAMERY Audrey	GUERIN Carole	SUCHON Pierre
BOULLU/CIOCCA Sandrine	GUENOUN MEYSSIGNAC Daphné	TABOURET Emeline
BUFFAT Christophe	GUIDON Catherine	TOGA Caroline
CAMILLERI Serge	HAUTIER/KRAHN Aurélie	TOGA Isabelle
CARRON Romain	HRAIECH Sami	TOMASINI Pascale
CASSAGNE Carole	KASPI-PEZZOLI Elise	TOSELLO Barthélémy
CHAUDET Hervé	L'OLLIVIER Coralie	TROUSSE Delphine
CHRETIEN Anne-Sophie	LABIT-BOUVIER Corinne	TUCHTAN-TORRENTS Lucile
COZE Carole	LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina	VELY Frédéric
CUNY Thomas	LAGIER Aude (<i>disponibilité</i>)	VION-DURY Jean
DADOUN Frédéric (<i>disponibilité</i>)	LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude	ZATTARA/CANNONI Hélène
DALES Jean-Philippe	LEVY/MOZZICONACCI Annie	
DAUMAS Aurélie	LOOSVELD Marie	
DEGEORGES/VITTE Joëlle	MANCINI Julien	
DELLIAUX Stéphane	MARY Charles	
DESPLAT/JEGO Sophie	MASCAUX Céline	
DEVILLIER Raynier	MAUES DE PAULA André	
DUBOURG Grégory	MILLION Matthieu	
DUFOUR Jean-Charles	MOTTOLA GHIGO Giovanna	

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES (mono-appartenants)

ABU ZAINEH Mohammad	DEGIOANNI/SALLE Anna	RUEL Jérôme
BARBACARU/PERLES T. A.	DESNUES Benoît	THOLLON Lionel
BERLAND/BENHAÏM Caroline	MARANINCHI Marie	THIRION Sylvie
BOUCAULT/GARROUSTE Françoise	MERHEJ/CHAUVEAU Vicky	VERNA Emeline
BOYER Sylvie	MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte	
COLSON Sébastien	POGGI Marjorie	

MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

CASANOVA Ludovic
GENTILE Gaëtan

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE à MI-TEMPS

BARGIER Jacques
BONNET Pierre-André
CALVET-MONTREDON Céline
GUIDA Pierre
JANCZEWSKI Aurélie

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à MI-TEMPS

MATHIEU Marion
REVIS Joana

ANATOMIE 4201

CHAMPSAUR Pierre (PU-PH)
LE CORROLLER Thomas (PU-PH)
PIRRO Nicolas (PU-PH)

GUENOUN-MEYSSIGNAC Daphné (MCU-PH)
LAGIER Aude (MCU-PH) disponibilité

THOLLON Lionel (MCF) (60ème section)

ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES 4203

CHARAFE/JAUFFRET Emmanuelle (PU-PH)
DANIEL Laurent (PU-PH)
FIGARELLA/BRANGER Dominique (PU-PH)
GARCIA Stéphane (PU-PH)
XERRI Luc (PU-PH)

DALES Jean-Philippe (MCU-PH)
GIUSIANO COURCAMBECK Sophie (MCU PH)
LABIT/BOUVIER Corinne (MCU-PH)
MAUES DE PAULA André (MCU-PH)
SECQ Véronique (MCU-PH)

**ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE ;
MEDECINE URGENCE 4801**

ALBANESE Jacques (PU-PH)
BRUDER Nicolas (PU-PH)
LEONE Marc (PU-PH)
MICHEL Fabrice (PU-PH)
VELLY Lionel (PU-PH)

GUIDON Catherine (MCU-PH)

ANGLAIS 11

BRANDENBURGER Chantal (PRCE)

**BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT
ET DE LA REPRODUCTION ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5405**

METZLER/GUILLEMAIN Catherine (PU-PH)
PERRIN Jeanne (PU-PH)

BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE 4301

GUEDJ Eric (PU-PH)
GUYE Maxime (PU-PH)
MUNDLER Olivier (PU-PH) Surnombre
TAIEB David (PU-PH)

BELIN Pascal (PR) (69ème section)
RANJEVA Jean-Philippe (PR) (69ème section)

CAMMILLERI Serge (MCU-PH)
VION-DURY Jean (MCU-PH)

BARBACARU/PERLES Téodora Adriana (MCF) (69ème section)

**BIostatistiques, Informatique Médicale
et Technologies de Communication 4604**

CLAVERIE Jean-Michel (PU-PH) Surnombre
GAUDART Jean (PU-PH)
GIORGI Roch (PU-PH)

CHAUDET Hervé (MCU-PH)
DUFOUR Jean-Charles (MCU-PH)
GIUSIANO Bernard (MCU-PH)
MANCINI Julien (MCU-PH)

ABU ZAINEH Mohammad (MCF) (5ème section)
BOYER Sylvie (MCF) (5ème section)

ANTHROPOLOGIE 20

ADALIAN Pascal (PR)

DEGIOANNI/SALLE Anna (MCF)
VERNA Emeline (MCF)

BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE 4501

CHARREL Rémi (PU PH)
DRANCOURT Michel (PU-PH)
FENOLLAR Florence (PU-PH)
FOURNIER Pierre-Edouard (PU-PH)
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier (PU-PH)
LA SCOLA Bernard (PU-PH)
RAOULT Didier (PU-PH)

AHERFI Sarah (MCU-PH)
ANGELAKIS Emmanouil (MCU-PH) disponibilité octobre 2018
DUBOURG Grégory (MCU-PH)
GOURIET Frédérique (MCU-PH)
NOUGAIREDE Antoine (MCU-PH)
NINOVE Laetitia (MCU-PH)

CHABRIERE Eric (PR) (64ème section)
LEVASSEUR Anthony (PR) (64ème section)
DESNUES Benoit (MCF) (65ème section)
MERHEJ/CHAUVEAU Vicky (MCF) (87ème section)

BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE 4401

BARLIER/SETTI Anne (PU-PH)
GABERT Jean (PU-PH)
GUIEU Régis (PU-PH)
OUAFIK L'Houcine (PU-PH)

BUFFAT Christophe (MCU-PH)
FROMNOT Julien (MCU-PH)
MOTTOLA GHIGO Giovanna (MCU-PH)
SAVEANU Alexandru (MCU-PH)

BIOLOGIE CELLULAIRE 4403

ROLL Patrice (PU-PH)

GASTALDI Marguerite (MCU-PH)
KASPI-PEZZOLI Elise (MCU-PH)
LEVY-MOZZICONNACCI Annie (MCU-PH)

CARDIOLOGIE 5102

AVIERINOS Jean-François (PU-PH)
BONELLO Laurent (PU PH)
BONNET Jean-Louis (PU-PH)
CUISSSET Thomas (PU-PH)
DEHARO Jean-Claude (PU-PH)
FRANCESCHI Frédéric (PU-PH)
HABIB Gilbert (PU-PH)
PAGANELLI Franck (PU-PH)
THUNY Franck (PU-PH)

CHIRURGIE DIGESTIVE 5202

BERDAH Stéphane (PU-PH)
HARDWIGSEN Jean (PU-PH)
SIELEZNEFF Igor (PU-PH)

BEYER-BERJOT Laura (MCU-PH)

CHIRURGIE GENERALE 5302

DELPERO Jean-Robert (PU-PH)
MOUTARDIER Vincent (PU-PH)
SEBAG Frédéric (PU-PH)
TURRINI Olivier (PU-PH)

BEGE Thierry (MCU-PH)
BIRNBAUM David (MCU-PH)

CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE 5002		GUERIN Carole (MCU PH)	
ARGENSON Jean-Noël (PU-PH) BLONDEL Benjamin (PU-PH) CURVALE Georges (PU-PH) FLECHER Xavier (PU PH) <i>PARRATTE Sébastien (PU-PH) Disponibilité</i> ROCHWERGER Richard (PU-PH) TROPIANO Patrick (PU-PH)		CHIRURGIE INFANTILE 5402	
OLLIVIER Matthieu (MCU-PH)		GUYS Jean-Michel (PU-PH) JOUVE Jean-Luc (PU-PH) LAUNAY Franck (PU-PH) MERROT Thierry (PU-PH) VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH) FAURE Alice (MCU PH) PESENTI Sébastien (MCU-PH)	
CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE 4702		CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE 5503	
BERTUCCI François (PU-PH) CHINOT Olivier (PU-PH) COWEN Didier (PU-PH) DUFFAUD Florence (PU-PH) GONCALVES Anthony PU-PH) HOUVENAEGHEL Gilles (PU-PH) LAMBAUDIE Eric (PU-PH) SALAS Sébastien (PU-PH) VIENS Patrice (PU-PH)		CHOSSEGROS Cyrille (PU-PH) GUYOT Laurent (PU-PH)	
SABATIER Renaud (MCU-PH) TABOURET Emeline (MCU-PH)		FOLETTI Jean-Marc (MCU-PH)	
CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE 5103		CHIRURGIE PLASTIQUE, RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE ; BRÛOLOGIE 5004	
COLLART Frédéric (PU-PH) D'JOURNO Xavier (PU-PH) DODDOLI Christophe (PU-PH) GARIBOLDI Vlad (PU-PH) MACE Loïc (PU-PH) THOMAS Pascal (PU-PH)		CASANOVA Dominique (PU-PH) LEGRE Régis (PU-PH)	
FOUILLOUX Virginie (MCU-PH) GRISOLI Dominique (MCU-PH) TROUSSE Delphine (MCU-PH)		BERTRAND Baptiste (MCU-PH) HAUTIER/KRAHN Aurélie (MCU-PH)	
CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE 5104		GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201	
ALIMI Yves (PU-PH) AMABILE Philippe (PU-PH) BARTOLI Michel (PU-PH) BOUFI Mourad (PU-PH) MAGNAN Pierre-Edouard (PU-PH) PIQUET Philippe (PU-PH) SARLON-BARTOLI Gabrielle (PU PH)		BARTHET Marc (PU-PH) BERNARD Jean-Paul (PU-PH) <i>BOTTA-FRIDLUND Danielle (PU-PH) Surnombre</i> DAHAN-ALCARAZ Laetitia (PU-PH) GEROLAMI-SANTANDREA René (PU-PH) GRANDVAL Philippe (PU-PH) GRIMAUD Jean-Charles (PU-PH) SEITZ Jean-François (PU-PH) VITTON Véronique (PU-PH)	
HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202		GONZALEZ Jean-Michel (MCU-PH)	
LEPIDI Hubert (PU-PH)		GENETIQUE 4704	
<i>ACHARD Vincent (MCU-PH) disponibilité</i> PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)		BEROUD Christophe (PU-PH)	
DERMATOLOGIE - VENEREOLOGIE 5003		KRAHN Martin (PU-PH) LEVY Nicolas (PU-PH) MONCLA Anne (PU-PH) SARLES/PHILIP Nicole (PU-PH)	
BERBIS Philippe (PU-PH) GAUDY/MARQUESTE Caroline (PU-PH) GROB Jean-Jacques (PU-PH) RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth (PU-PH)		NGYUEN Karine (MCU-PH) TOGA Caroline (MCU-PH) ZATTARA/CANNONI Hélène (MCU-PH)	
DUSI			
COLSON Sébastien (MCF)			
ENDOCRINOLOGIE ,DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5404		GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403	
BRUE Thierry (PU-PH) CASTINETTI Frédéric (PU-PH) CUNY Thomas (MCU PH)		AGOSTINI Aubert (PU-PH) BOUBLI Léon (PU-PH) BRETELLE Florence (PU-PH) CARCOPINO-TUSOLI Xavier (PU-PH) COURBIERE Blandine (PU-PH) CRAVELLO Ludovic (PU-PH) D'ERCOLE Claude (PU-PH)	
EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION 4601			
AUQUIER Pascal (PU-PH) BOYER Laurent (PU-PH) GENTILE Stéphanie (PU-PH) <i>SAMBUC Roland (PU-PH) Surnombre</i> THIRION Xavier (PU-PH)			
BERBIS Julie (MCU-PH) LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude (MCU-PH) RESSEGUIER Noémie (MCU-PH)			
MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte (MCF)(06ème section) TANTI-HARDOUIN Nicolas (PRAG)			

IMMUNOLOGIE 4703		HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION 4701	
KAPLANSKI Gilles (PU-PH) MEGE Jean-Louis (PU-PH) OLIVE Daniel (PU-PH) VIVIER Eric (PU-PH)		BLAISE Didier (PU-PH) COSTELLO Régis (PU-PH) CHIARONI Jacques (PU-PH) GILBERT/ALESSI Marie-Christine (PU-PH) MORANGE Pierre-Emmanuel (PU-PH) VEY Norbert (PU-PH)	
FERON François (PR) (69ème section)			
BOUCRAUT Joseph (MCU-PH) CHRETIEN Anne-Sophie (MCU PH) DEGEORGES/VITTE Joëlle (MCU-PH) DESPLAT/JEGO Sophie (MCU-PH) ROBERT Philippe (MCU-PH) VELY Frédéric (MCU-PH)		DEVILLIER Raynier (MCU PH) GELSI/BOYER Véronique (MCU-PH) LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina (MCU-PH) LOOSVELD Marie (MCU-PH) SUCHON Pierre (MCU-PH)	
BOUCAULT/GARROUSTE Françoise (MCF) 65ème section)		POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)	
		MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE 4603	
MALADIES INFECTIEUSES ; MALADIES TROPICALES 4503		BARTOLI Christophe (PU-PH) LEONETTI Georges (PU-PH) PELISSIER-ALICOT Anne-Laure (PU-PH) PIERCECCHI-MARTI Marie-Dominique (PU-PH)	
BROUQUI Philippe (PU-PH) LAGIER Jean-Christophe (PU-PH) PAROLA Philippe (PU-PH) STEIN Andréas (PU-PH)		TUCHTAN-TORRENTS Lucile (MCU-PH)	
MILLION Matthieu (MCU-PH)		BERLAND/BENHAIM Caroline (MCF) (1ère section)	
MEDECINE D'URGENCE 4805			
KERBAUL François (PU-PH) MICHELET Pierre (PU-PH)		MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION 4905	
MEDECINE INTERNE ; GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT ; MEDECINE GENERALE ; ADDICTOLOGIE 5301		BENSOUSSAN Laurent (PU-PH) VITON Jean-Michel (PU-PH)	
BONIN/GUILLAUME Sylvie (PU-PH) DISDIER Patrick (PU-PH) DURAND Jean-Marc (PU-PH) FRANCES Yves (PU-PH) Surnombre GRANEL/REY Brigitte (PU-PH) HARLE Jean-Robert (PU-PH) ROSSI Pascal (PU-PH) SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)		MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL 4602	
EBBO Mikael (MCU-PH)		LEHUCHER/MICHEL Marie-Pascale (PU-PH)	
GENTILE Gaëtan (MCF Méd. Gén. Temps plein)		NEPHROLOGIE 5203	
ADNOT Sébastien (PR associé Méd. Gén. à mi-temps) FILIPPI Simon (PR associé Méd. Gén. à mi-temps)		BERLAND Yvon (PU-PH) Surnombre BRUNET Philippe (PU-PH) BURTEY Stéphanne (PU-PH) DUSSOL Bertrand (PU-PH) JOURDE CHICHE Noémie (PU PH) MOAL Valérie (PU-PH)	
BARGIER Jacques (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps) BONNET Pierre-André (MCF associé Méd. Gén à mi-temps) CALVET-MONTREDON Céline (MCF associé Méd. Gén. à temps plein) GUIDA Pierre (MCF associé Méd. Gén. à mi-temps) JANCZEWSKI Aurélie (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)			
NUTRITION 4404		NEUROCHIRURGIE 4902	
DARMON Patrice (PU-PH) RACCAH Denis (PU-PH) VALERO René (PU-PH)		DUFOUR Henry (PU-PH) FUENTES Stéphane (PU-PH) REGIS Jean (PU-PH) ROCHE Pierre-Hugues (PU-PH) SCAVARDA Didier (PU-PH)	
ATLAN Catherine (MCU-PH) disponibilité BELIARD Sophie (MCU-PH)		CARRON Romain (MCU PH) GRAILLON Thomas (MCU PH)	
MARANINCHI Marie (MCF) (66ème section)			
ONCOLOGIE 65 (BIOLOGIE CELLULAIRE)		NEUROLOGIE 4901	
CHABANNON Christian (PR) (66ème section) SOBOL Hagay (PR) (65ème section)		ATTARIAN Sharham (PU PH) AUDOIN Bertrand (PU-PH) AZULAY Jean-Philippe (PU-PH) CECCALDI Mathieu (PU-PH) EUSEBIO Alexandre (PU-PH) FELICIAN Olivier (PU-PH) PELLETIER Jean (PU-PH)	

OPHTALMOLOGIE 5502		PEDOPSYCHIATRIE; ADDICTOLOGIE 4904	
DENIS Danièle (PU-PH) HOFFART Louis (PU-PH) <i>Disponibilité</i> MATONTI Frédéric (PU-PH) <i>Disponibilité</i>		DA FONSECA David (PU-PH) POINSO François (PU-PH)	
OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE 5501		PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE - PHARMACOLOGIE CLINIQUE; ADDICTOLOGIE 4803	
DESSI Patrick (PU-PH) FAKHRY Nicolas (PU-PH) GIOVANNI Antoine (PU-PH) LAVIEILLE Jean-Pierre (PU-PH) MICHEL Justin (PU-PH) NICOLLAS Richard (PU-PH) TRIGLIA Jean-Michel (PU-PH) <i>DEVEZE Arnaud (MCU-PH) Disponibilité</i> REVIS Joana (MAST) (Orthophonie) (7ème Section)		BLIN Olivier (PU-PH) <i>FAUGERE Gérard (PU-PH) Surnombre</i> MICALLEF/ROLL Joëlle (PU-PH) SIMON Nicolas (PU-PH) BOULAMERY Audrey (MCU-PH)	
PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE 4502		PHILOSOPHIE 17	
RANQUE Stéphane (PU-PH)		LE COZ Pierre (PR) (17ème section)	
CASSAGNE Carole (MCU-PH) L'OLLIVIER Coralie (MCU-PH) MARY Charles (MCU-PH) TOGA Isabelle (MCU-PH)		MATHIEU Marion (MAST)	
PEDIATRIE 5401		PHYSIOLOGIE 4402	
ANDRE Nicolas (PU-PH) CHAMBOST Hervé (PU-PH) DUBUS Jean-Christophe (PU-PH) GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH) MICHEL Gérard (PU-PH) MILH Mathieu (PU-PH) REYNAUD Rachel (PU-PH) SARLES Jacques (PU-PH) TSIMARATOS Michel (PU-PH)		BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH) BREGEON Fabienne (PU-PH) GABORIT Bénédicte (PU-PH) MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH) TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)	
COZE Carole (MCU-PH) FABRE Alexandre (MCU-PH) OVAERT Caroline (MCU-PH) TOSELLO Barthélémy (MCU-PH)		BARTHELEMY Pierre (MCU-PH) BONINI Francesca (MCU-PH) BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH) <i>DADOUN Frédéric (MCU-PH) (disponibilité)</i> DELLIAUX Stéphane (MCU-PH) REY Marc (MCU-PH)	
PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903		RUEL Jérôme (MCF) (69ème section) THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)	
BAILLY Daniel (PU-PH) LANCON Christophe (PU-PH) NAUDIN Jean (PU-PH)			
PSYCHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PCYCHOLOGIE SOCIALE 16			
AGHABABIAN Valérie (PR)		PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101	
RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302		ASTOUL Philippe (PU-PH) BARLESI Fabrice (PU-PH) CHANEZ Pascal (PU-PH) <i>CHARPIN Denis (PU-PH) Surnombre</i> GREILLIER Laurent (PU PH) REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)	
BARTOLI Jean-Michel (PU-PH) CHAGNAUD Christophe (PU-PH) CHAUMOITRE Kathia (PU-PH) GIRARD Nadine (PU-PH) GORINCOUR Guillaume (PU-PH) JACQUIER Alexis (PU-PH) MOULIN Guy (PU-PH) PANUEL Michel (PU-PH) PETIT Philippe (PU-PH) VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH) VIDAL Vincent (PU-PH)		MASCAUX Céline (MCU-PH) TOMASINI Pascale (MCU-PH)	
REANIMATION MEDICALE ; MEDECINE URGENCE 4802		THERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4804	
GAINNIER Marc (PU-PH) GERBEAUX Patrick (PU-PH) PAPAZIAN Laurent (PU-PH) ROCH Antoine (PU-PH)		AMBROSI Pierre (PU-PH) VILLANI Patrick (PU-PH)	
HRAIECH Sami (MCU-PH)		DAUMAS Aurélie (MCU-PH)	
RHUMATOLOGIE 5001		UROLOGIE 5204	
GUIS Sandrine (PU-PH) LAFFORGUE Pierre (PU-PH) PHAM Thao (PU-PH) ROUDIER Jean (PU-PH)		BASTIDE Cyrille (PU-PH) KARSENTY Gilles (PU-PH) LECHEVALLIER Eric (PU-PH) ROSSI Dominique (PU-PH)	

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur BRUDER Nicolas

Merci de me faire l'honneur de présider mon jury de thèse et de juger mon travail.
Je vous exprime ici ma profonde gratitude. Je garde un excellent souvenir de mon passage au sein de votre service au début de mon internat, stage qui m'avait vraiment conforté dans le choix de cette spécialité.

A Monsieur le Professeur ALBANÈSE Jacques

Merci pour l'honneur que vous me faites en siégeant dans mon jury de thèse.
Mes différents passages au sein de vos services m'ont énormément apporté, j'y ai appris entre autres l'autonomie et une grande rigueur.

A Monsieur le Professeur CANTAIS Emmanuel,

Je vous remercie profondément de m'avoir proposé ce sujet de thèse alors que mon travail précédent n'avait pu aboutir.
Un grand merci pour le temps que vous m'avez accordé, pour votre soutien tout au long de la réalisation de ce travail et pour avoir su me guider dans ma réflexion.

A Monsieur le Docteur BOUSSEN Salah,

Tu me fais l'honneur et le plaisir de siéger dans mon jury de thèse. Je tiens à te remercier également pour les très nombreuses connaissances que tu m'as transmises, toujours dans la bonne humeur et la gentillesse.

A ma famille,

A mon père, mon héros,

Tu es et resteras toujours le médecin qui m'a inspirée et donné envie de faire ce métier, il y a 15 ans, lors de mon stage de seconde. Ce médecin dont je suis toujours aussi admirative depuis et dont j'espère être à la hauteur un jour. Tu es sûrement, en toute objectivité, bien sûr, le meilleur urgentiste que ce monde ait connu ! Alors merci pour ton aide, car aussi loin que cela remonte dans mes études tu m'as toujours aidé, que ce soit en P1 ou lors de certaines de mes gardes de réa quand je t'appelais pour des conseils aussi bien médicaux qu'éthiques. Ces gardes avec toi ces dernières années à Marignane et ces déchoquages en famille resteront de grands moments d'émotion ! Il y a près de 30 ans, tu m'as dédié ta thèse, aujourd'hui c'est à moi de le faire... Alors si pour suivre la tradition, je dédie la mienne à ma fille, je te la dédie tout autant en retour.

A ma mère, la plus extraordinaires des mamans,

Merci pour ton soutien infaillible depuis toujours et en particulier depuis le début de ces études, où tu avais, presque toi aussi, passé le concours de P1, tellement tu m'avais soutenue, jusqu'à l'écriture de cette thèse à laquelle tu as participé en me gardant Lilas afin que je puisse me concentrer. Merci pour toutes ces belles valeurs que tu m'as transmises, pour ton aide si précieuse et ta présence à chaque étape de ma vie, les petites et les grandes, les belles et les moins belles.

Alors Merci pour tout et pour votre soutien tout au long de ces études, malgré mon stress et mes coups de gueule, vous avez toujours gardé le sourire et n'avez jamais flanché ! Merci de m'avoir fait confiance, d'avoir toujours cru en moi et de m'avoir soutenue dans mes différents choix. Même quand je vous ai téléphoné de l'autre bout du monde pour vous dire que je ne rentrerai pas ! Merci d'avoir compris mon insatiable besoin de liberté et de m'avoir ainsi permis de réaliser mon rêve en m'aidant à partir voyager un an en plein milieu de ces études (malgré vos doutes quant au fait que je quitte mon van et revienne un jour). Jamais je n'en serai arrivée là sans vous.

A Thomas,

A cette personne incroyable dont j'ai la chance de partager la vie tous les jours, celui qui sait aussi bien faire des prouesses sur un terrain de polo que de nous construire la maison de nos rêves, celui qui trouve toujours une solution à tout, est capable de construire n'importe quoi n'importe où, de préparer des plats dignes d'un étoilé et de débattre des heures sur des sujets dont je ne connais même pas l'existence ! Celui qui est capable de dresser le plus fou des chevaux, de nous monter un campement en pleine tempête et de ramener au grand galop des moutons du fin fond de la Patagonie !

Merci de me soutenir dans chaque épreuve, d'être toujours de mon côté, de me protéger et de croire en moi même quand je n'y crois absolument pas. Merci de rendre ma vie si belle et si douce, merci d'être au quotidien un papa si présent et si parfait, merci pour ton soutien et ton amour.

A Lilas, mon bébé,

Tu rends notre vie un peu plus belle chaque jour depuis maintenant 9mois et rien ne m'a plus motivée à finir cette thèse que la perspective de pouvoir profiter de chaque minute de mon temps libre avec toi en laissant mon ordinateur très très loin de nous. Tes sourires et éclats de rires sont mes plus belles récompenses et suffisent à me faire oublier la fatigue d'avoir dû reprendre le travail si tôt, les gardes et les galères pour finir cette thèse !

Ton grand père m'avait dédié sa thèse lorsque j'avais ton âge, j'en fais donc de même aujourd'hui, cette thèse, elle est pour toi et elle signe le début de notre nouvelle vie où, 15 jours par mois, je serai à tes côtés pour te faire découvrir le monde et te faire voyager.

A Clarisse et Élise,

Mes petites sœurs, qui m'ont tellement entendu parler de médecine et qui m'ont vu passer tellement d'heures enfermée à travailler que lorsqu'on leur demandait petites ce qu'elles voulaient faire, elles répondaient tout sauf médecine ! Merci de nous avoir supportées, moi et ma mauvaise humeur, en périodes de révisions et surtout d'avoir toujours été là pour moi, chacune à votre manière. Merci Clarisse d'avoir supporté toutes ces discussions autour de la médecine, je sais que ça n'a pas été facile. Merci Élise d'avoir toujours été compréhensive même toute petite, c'est toi désormais qui passes des heures à ton bureau et tu gères ça bien mieux que moi (merci aussi pour tes nombreux dépannages informatiques lors de l'écriture de cette thèse !). Je suis vraiment très fière de vous deux, de voir comment vous gérez vos vies, tracez vos propres chemins et faites vos choix avec toutes les deux une personnalité si déterminée et une si grande maturité.

A mes grands-parents,

Merci d'être à mes côtés pour chaque étape de ma vie et en particulier de ces études. Merci pour votre soutien, vos encouragements pour chaque examen sans jamais en oublier un seul, et merci de m'avoir offert si souvent votre salon comme bureau ensoleillé vous obligeant ainsi à passer des journées à chuchoter, (et merci d'être fiers de cette thèse avant même de savoir de quoi elle parle !!)

A ma tante, cette brillante avocate, qui a tant compati en me voyant réviser pour être passée par là avant moi, celle qui m'a toujours soutenue et avec qui j'ai partagé de longues heures de travail sur le même bureau ! Et pour d'autres raisons encore, je suis très fière de toi, Titi.

A Maxou, qui avec le plus beau des sourires a passé son temps à me demander si j'avais enfin fini mes études et quand est ce que je serai enfin en vacances !!

A ma grand-Mère Simone, qui du haut de ses 98 ans et malgré les kilomètres qui nous séparent, ne rate pas une miette de ma vie et de l'avancée de ma thèse tout en se souciant toujours de la santé physique et mentale de ma troupe d'animaux !

A Doudou, mon parrain, qui a toujours été là pour tous les événements importants de ma vie.

A ma belle-famille,

A Jean-Paul, Barbara, Marion, Nico, Jeannot et bien sûr Nathan et Lucie, merci de m'avoir si bien accueillie dans cette famille dont je suis fière de faire partie désormais !!

A tous les animaux qui font partie de ma vie comme membres à part entière et qui me donnent tellement chaque jour ! Et surtout à Léon, mon incroyable chien, celui qui s'impatiente ces derniers mois derrière la fenêtre en se demandant probablement quand est ce que cette thèse serait terminée et que nos aventures pourraient reprendre !

A mes amis,

A Lucile,

Mon amie de toujours et la fille la plus polyvalente qu'il existe, Brillante chef de projet dans l'évènementiel, baroudeuse et voyageuse, instructrice de plongée, polyglotte, cavalière, informaticienne hors-pair, et désormais super marraine. Merci d'avoir toujours été là, pour le meilleur et pour le pire, et récemment pour mes multiples burnout informatiques ! Je ne te remercierai jamais assez pour ton aide si précieuse pour cette thèse, parfois même jusqu'au milieu de la nuit, ce qui a évité à mon mac de finir jeté par la fenêtre ou piétiné par les chevaux. Je ne sais pas comment j'aurais fait sans toi, ma thèse serait toujours sur un fichier pages, avec 4 polices différentes et des tableaux qui ne ressemblent à rien, alors merci, merci, et encore merci...

A Erçan, le plus grand navigateur de l'histoire mais surtout mon meilleur ami depuis presque 30 ans. Qui même à l'autre bout du monde, où au milieu de l'atlantique n'a jamais cessé de prendre des nouvelles ! Merci pour tous ces moments magiques passés ensemble sur terre mais surtout plus récemment en mer.

A Anne-Claire, à tous nos souvenirs et tous nos fous-rires, merci d'être à mes côtés pour tous les événements de ma vie depuis maintenant presque 30 ans, merci de m'avoir toujours soutenue, de prendre toujours de mes nouvelles même quand je suis difficile à joindre au fin fond de ma pampa et merci de m'avoir faite témoin de votre si joli mariage.

A ma bande de petits gars adorée et indestructible depuis si longtemps : Anto, Syssou, les Benoit, Fabien et bien sur leur +1 qui ne pouvaient pas être plus parfaites, Ali, Cyrielle, Kris et Alizée. Cet été enfin, je pourrais dire que je ne suis plus étudiante et rejoindre la cour des grands ! Merci d'être toujours là, depuis si longtemps, c'est si bon de compter des amis de longue date comme vous dans sa vie !

A Mathilde et Gaëlle, A tous ces moments passés toutes les 3 depuis le tout début de l'internat, à ces choix d'interne où on a beaucoup ri et parfois pleuré, à toutes ces fois où on s'est soutenues dans nos galères respectives. Même si nos emplois du temps à garde et les km et interminables embouteillages qui séparent désormais nos maisons ne nous facilitent pas les choses, vous restez de loin mes 2 petites citadines préférées, que je suis fière de compter dans mes amies !

Mathilde, Merci pour tout, pour ta gentillesse et ta générosité si grandes, ta serviabilité, ton écoute, tes bons conseils, pour ta capacité exceptionnelle à parler des heures de n'importe quoi avec n'importe qui, ce qui nous a valu plus d'une fois de te perdre en soirée et pour toutes nos discussions si chouettes de mamas ces derniers mois ! Tu es la seule fille que je connaisse qui mette tout le monde d'accord et qui soit fan de bières brunes et de Whisky, je m'estime donc vraiment super chanceuse de t'avoir rencontrée !!

Gaëlle, Merci pour ta spontanéité, ta franchise et ton franc parlé, pour ton petit accent marseillais qui te va si bien, pour tes bons petits plats et ton rire si communicatif et surtout merci pour tes conseils toujours bien avisés....

A Manuela, A ces choix ensemble où on a tant ri, à toutes ces soirées, à nos longues discussions sur tout et n'importe quoi, à nos partages de doutes, d'angoisse et de soucis. A nos retours de soirées parfois un peu étonnées, c'était bon de se comprendre ! Et Merci d'avoir partagé avec moi le statut de retardataires de la promo !!

L'internat n'aurait pas été le même sans vous 3, merci d'avoir été là pour les tous bons moments de ces 5 années mais également pour les plus difficiles.

A Anaïs, à nos années de coloc et leurs anecdotes si nombreuses, à notre si longue amitié,

A mes petites blondies; Mélo, Ju, Lisa et Chris, merci de vous être régulièrement soucies de l'avancée de ma thèse et de ma survie en lendemain de garde et merci pour tous ces moments magiques passés ensemble qui vont des discussions canines et de sexy mamas en passant par des danses enflammées et des cuites mémorables,

A Charlotte, à nos virées nature, nos interminables papotages, et tous nos futurs trips en van,

A Alex Amac shelter grâce à qui j'ai pu bosser cette thèse confortablement installée sur la plus belle des tables basses,

A Adri et sa bonne humeur.

A tout le reste de la bande, Tristan, Alex, Lionel, Lance, Caro, Guillaume, Oualid, Baba...

A Maëlle, à toutes ces années d'études passées ensemble, à ces heures de discussion et de rires, à nos centaines de soirées d'étudiantes et de siestes à la pelle et plus récemment à nos interminables échanges sur nos rôles de maman !

A Nina et Marie-Annaig, à nos années d'étudiantes, à nos soirées, à nos vacances, et Nina à nos si belles années de coloc et bien évidemment à tes chaussettes !!!

A toute la team de la Touloubre et sa bonne humeur permanente, A Marion, Chloé, Steph, Nadir, Antho, et en particulier à Laurie pour sa bonne humeur, sa disponibilité et son aide infailible dans toutes sortes de missions.

A Margaux, avec qui j'ai passé d'inoubliables moments que ce soit ici, à pied, à cheval, en mer, sur les pistes de ski de Samoëns ou à l'autre bout du monde. A nos longues discussions à refaire le monde, à nos centaines de fous-rires et nos milliers de bières... Tu me manques Margarita.

Et bien-sûr à Kevin, Merci pour toutes nos belles années, nos aventures et voyages, merci de m'avoir toujours encouragée et poussée à me surpasser, merci de m'avoir fait découvrir Marseille avec tes yeux à toi, merci pour nos différences qui m'ont tant apportées et merci pour cette vision commune de la médecine et de ces études que nous partageons et que nous étions apparemment les seuls à avoir ! Merci de m'avoir fait tant rire et Merci pour toutes ces choses que tu sais déjà. Je n'aurais jamais réussi sans toi.

A l'internat,

A Morgane, à son beau chignon et son rire communicatif ! Merci pour tous ces bons moments en ta compagnie, pour ta bonne humeur, tes cartes postales d'un peu partout dans le monde, pour ces débats sur les chiens et tuto de tresses en épi lors de certaines longues journées de réa,

A Dimeh, pour sa bonne humeur, ses blagues et surtout ses incroyables imitations lors des 6mois à Aix, dont je ris toujours des années après en y repensant !

A Annabelle, à tous ces bons souvenirs ensemble et à toutes ces soirées,

A Guillaume, mon renardeau si peinarde, peinarde comme un renardeau, si parfait co-interne,

A Ariane, merci pour ton humour américain inégalable, à tous ces choix ensembles où on a tant ri et nos rendez-vous pains au chocolat bio.

A toute la bande de garçons, en particulier JB aussi fou que génial, tu m'as fait tellement rire, je n'ai jamais eu autant hâte à des relèves que lorsque c'était toi qui sortait de garde, merci aussi pour ton immense gentillesse, mais également aux Thibaut, Kevin, Tim et leur très grande forme aux soirées, à Adri, à Alex.

A Pierre Simeone, qui est là depuis le tout début ! Depuis cette rencontre improbable à Marignane grâce à Riton, en passant par nos dîners de coloc avec Nina et Baptistin, puis par ces années d'internat. Tu resteras celui qui était capable de réviser des exams en même temps qu'écrire un livre et jouer de la guitare ! Merci d'avoir toujours été disponible, rassurant et de bon conseil.

A Pauline, Aurélie et Catherine mes toutes première co-internes, persuadées que je ferais un remord en pédiatrie, j'ai finalement tenu bon dans mes convictions, mais j'ai quand même eu un bébé pendant l'internat pour faire un peu comme les pédiatres !

A Clara Leroy, merci pour ta gentillesse, tes relèves si parfaites à VC, ton aide, ta générosité et pour m'avoir convaincue que si, si, j'étais capable de faire des semaines entières de réa toute seule !

A Vincent avec qui ça a été aussi agréable de bosser que ce soit comme co-interne à la RPPF ou chef en ORL, merci pour toutes tes connaissances !

A tous les autres co-internes qui ont croisés ma route, et en particulier aux tous derniers Henri et Jauffrey avec qui ça a été si chouette de travailler !

A Thibaut Triglia, qui est capable de faire des tests statistiques à une vitesse incroyable comme si c'était la chose la plus simple au monde, tout en parlant de marques de vêtements éco-responsables et de domaines viticoles ! Mille mercis pour tout Thibaut, pour ton aide si précieuse et toujours dans la bonne humeur, je ne sais pas ce que j'aurai fait sans toi !!

A toute l'équipe de médecins et d'infirmier(e)s de Vert Coteau,

A Michel, Philippe, Bruno, François, et un remerciement tout particulier à Jean, Bernard et Olivier pour votre gentillesse hors norme et pour m'avoir chouchoutée afin que je me sente comme chez moi à VC.

Un merci spécial à Olivier pour ses départs si tardifs qui me faisaient toujours peur, pour m'avoir repris des gardes au pied levé et bien aidée en informatique, à Bernard pour ses belles relèves et pour avoir été si arrangeant sur les tableaux de gardes et les relèves matinales et à Jean, merci, merci pour tout, pour ta gentillesse immense, ton écoute, ton aide lors de mes semaines de réa, tes conseils aussi bien médicaux que dans tout autre domaine, ça a été un vrai bonheur de travailler à tes côtés et de discuter longuement de tout et n'importe quoi.

Et bien sûr...

A Marignane !!! A tous ceux qui ont sûrement désespérés de me voir un jour thésée !!

A Jacques et Éric, (qui sont devenus mes 2^{èmes} prénoms), les premiers à m'avoir fait confiance et proposée de rejoindre cette belle équipe, ceux qui m'ont patiemment attendu pour la passation de poste et qui viennent désormais me kidnapper pour des déjeuners de démystification de l'USC,

Merci Jacques de m'avoir aidée à voler de mes propres ailes il y a maintenant plusieurs années, en faisant en sorte que jamais je ne me sente en insécurité, merci d'avoir été si disponible et compréhensif, toujours prêt à m'aider et me faciliter la tâche, merci pour vos conseils qui vont de la boîte à chaussures aux cotations !

Merci Éric d'avoir toujours été si arrangeant et disponible, merci de chercher à me donner confiance en moi, merci d'avoir tant cherché à me rassurer concernant cette thèse et message reçu « non je ne suis plus l'interne de personne » !

A tous mes autres futurs associés : Cathy, Jens, Dominique, Stéphane, merci pour votre accueil, votre aide, votre disponibilité pour les échanges de gardes et votre patience quant à mon statut de non Thésée qui vous complique à tous la tâche,

Et un merci tout particulier :

A Benji, qui a toujours pris de mes nouvelles même quand j'avais disparu de la circulation, qui assure dans le rôle de tuteur ALR et de secrétaire général bien qu'un peu difficile en négociation (mon nombre de croix en témoigne) !

A Jimmy, qui depuis le premier jour se soucie toujours de savoir comment je vais, si j'ai des questions ou besoin d'aide, et prends le temps de m'expliquer, merci également de partager tes dépanneurs de voiture !

A Vincent, qui partage avec moi l'aversion pour les pigeons, Merci pour tous tes conseils aussi bien sur l'installation en libéral (répétés 10 fois) que l'installation de Zotero ou comment faire le canard sur une planche de surf et pour ton aide que ce soit des vendredis soirs au bloc ou des dimanches matins de garde,

A Ludo et Alex, pour leur disponibilité, leur aide (SCI hub, merci Alex !!!) et leur franc-parler,

Et enfin, A Géraldine pour nos discussions de filles si chouettes, en tête à tête à notre petite table habituelle,

Merci également à Mimi et Pierre-Antoine avec qui c'est si agréable de travailler et merci à toute l'équipe d'infirmier(e)s (spéciale dédicace à Marion) et AS de choc que ce soit du bloc ou de l'USC. Et à toutes celles et ceux à qui ma célèbre poisse a fait passer des gardes et astreintes affreuses !!!!

Aux stages,

A la réa poly, Merci à Pia Antonietti, Patrice Antolini, Camille Vaisse, Sophie Cataldi, et Lionel Velly qui m'ont tant appris dans la bonne humeur et conforté dans le choix de cette spécialité en mon début d'internat et Merci à toute cette super équipe d'infirmier(e)s.

A la RPPF (et ses urgences vitales) si formatrice qui m'a appris la rigueur et l'autonomie. Un merci particulier à Cyril Nafati pour sa gentillesse, ses cours de respi et nos longues discussions en garde, à Laurent pour son humour et sa pédagogie et à Karim pour sa bonne humeur et pour avoir contre son gré hébergé nos poules.

Au stage d'Ortho à Sainte Marguerite, Merci à Victor dont la version épurée des tableaux repas rendait les miens indécents à côté, Merci à David pour la rigueur de l'ALR et à FX pour toutes ses connaissances transmises dans la bonne humeur,

Au stage d'ORL, merci à toute l'équipe d'anesthésistes mais un merci particulier à Marie Briussel avec qui j'aurai adoré travailler bien plus longtemps,

A Saint-Joseph, merci aux anesthésistes qui m'ont tout appris sur la mater, m'ont fait adorer ces 6 mois et presque oublier les heures de bouchons !! Merci en particulier à Pia, aux Emmanuelle et à Cécilia pour ces journées et déjeuners dans la bonne humeur.

ET un immense, immense merci à Annie, le coup de cœur de mon internat ! Merci pour tout, pour ta gentillesse, tes connaissances, ta patience, ta pédagogie, merci de ne pas être partie en courant en me voyant verser ma larme à chaque naissance ! Je ne te remercierai jamais assez de m'avoir aidée lorsque je me suis retrouvée sans sujet de thèse,

Une dédicace toute particulière à Gaëlle, ma poulette, et à ces journées qui, agrémentées de commandes de Dyson, de photos portrait et de recherches de spot de vacances, passaient beaucoup trop vite !

Au CH d'Aix, ma 2^{ème} maison !

A la réa, à ses réanimateurs, infirmier(e)s et AS qui m'ont permis de passer 6 mois de stage et 1 an de garde dans un climat de travail si agréable, parfait mélange de rigueur et de bonne humeur. Un merci particulier à Jean-Luc et Bruno qui m'ont fait tant rire et qui m'ont appris qu'on pouvait être aussi drôle que compétent, à Laurent pour sa gentillesse, sa pédagogie et ses nombreux apéros, Merci à Luc pour sa bienveillance et un merci tout particulier à Philippe alias Cheche pour cette façon différente et zen d'appréhender les choses, j'ai adoré nos longues discussions sur tout et n'importe quoi lors de nos gardes,

A cette année au bloc d'Aix, à cette formidable équipe d'anesthésistes qui m'ont tant appris chacun à leur manière et avec qui c'était si agréable de travailler. Merci de m'avoir accueilli si chaleureusement que ce soit la première ou la 2^{ème} fois et de m'avoir fait confiance !

Merci Julie pour ta gentillesse et ta compréhension en tant que chef de service, Kim pour tout ce que tu m'as appris toujours dans le calme et avec le sourire, Merci Seb pour ta folie aussi grande que ta compétence, Morgana pour ta gentillesse et ta serviabilité, Merci Serge pour tes connaissances exceptionnelles sur l'ALR, Pierre pour toutes tes explications et discussions si intéressantes sur l'hypnose, Merci à JB pour ta rigueur et ton incroyable culture dans tous les domaines, et bien sûr mention spéciale pour Marine, merci pour toutes nos interminables discussions entre autres de mamans anesthésistes, merci pour tes histoires qui m'ont fait tant rire, ça me manque beaucoup de ne plus travailler avec toi!!

Et merci également à Houtin, Ulrike, Bruno, et Nawal avec qui j'ai moins travaillé mais que j'ai tout autant apprécié !

Et bien sûr un immense merci à la meilleure équipe d'lades de tout mon internat, ça a été un immense plaisir de bosser avec vous.

A tous les réanimateurs de Saint-Joseph qui ont réalisé toutes ces calorimétries et sans qui ce travail n'aurait pas été possible,

A la nutritionniste, qui sans le savoir, a fortement contribué à ce travail,

A M. GHEZ, et à sa rapidité de réponse

A Hamza Baaziz, qui avait commencé ce travail et s'est montré très disponible,

Enfin, Mes remerciements ne vont pas aux kilomètres de bouchons qui auront rythmé la 2^{ème} moitié de mon internat et m'auront fait perdre des points de vie, ni à la lenteur de ma connexion satellite qui m'aura fait perdre des heures de travail.

TABLE DES MATIERES

RESUME	2
1. INTRODUCTION	4
2. MATERIELS ET METHODES	8
2.1. Objectifs de l'étude.....	8
2.1.1. Objectif principal.....	8
2.1.2. Objectifs secondaires	8
2.2. Population de l'étude.....	9
2.2.1. Type d'étude et critères d'inclusion.....	9
2.2.2. Critères d'exclusion.....	9
2.3. Protocole de l'étude.....	9
2.4. Recueil des données	1
2.4.1. Recueil des données Cliniques.....	1
2.4.2. Recueil des données nutritionnelles	1
2.4.3. Recueil des données de calorimétrie indirecte.	2
2.4.4. Recueil des données infectieuses.....	2
2.5. Équations prédictives.....	3
2.6. Statistiques.....	4
3. RESULTATS	5
3.1. Flow chart.....	5
3.2. Caractéristiques des patients	5
3.3. Caractéristiques nutritionnelles et mesures calorimétriques	7
3.4. Résultat principal.....	9
3.5. Résultats secondaires.....	9
3.5.1. Adéquation besoins énergétiques / énergie prescrite.....	9
3.5.2. Adéquation besoins énergétiques / énergie délivrée	10
3.5.3. Comparaison entre DER mesurée par CI et DER calculée.	12
3.5.4. Détermination de la durée minimale de mesure acceptable	13
3.5.5. Détermination du déficit calorique journalier moyen et causes à l'origine du déficit calorique	15
3.5.6. Analyse en sous-groupe.	16
4. DISCUSSION.....	29
4.1. Faisabilité de la CI.....	29
4.2. Déficit calorique et Adéquation besoins énergétiques / énergie prescrite et délivrée.	30
4.3. Équations prédictives.....	34
4.4. Analyse en sous-groupe	36
4.5. Durée minimale de mesure acceptable.....	39
4.6. Type de calorimètre	40
4.7. Type de population	41
4.8. Limites et forces de notre étude.....	41
5. CONCLUSION	43
BIBLIOGRAPHIE	44
ANNEXES.....	51
LISTE DES ABREVIATIONS	54

RESUME

Introduction : La quantité de calories à administrer aux patients de réanimation demeure toujours un sujet de controverse. Afin de limiter les complications dues à une insuffisance ou un excès d'apports caloriques, l'évaluation nutritionnelle doit passer par une estimation de la dépense énergétique de repos afin d'adapter les apports en fonction des dépenses réelles. La méthode de mesure recommandée est la calorimétrie indirecte mais elle semble peu utilisée en pratique quotidienne en réanimation. L'objectif de notre étude est donc d'évaluer la faisabilité de la calorimétrie indirecte en routine en réanimation et d'évaluer différents aspects de la prise en charge nutritionnelle lorsque celle-ci est basée sur la mesure de la dépense énergétique de repos.

Matériels et méthodes : Nous avons réalisé une étude de cohorte rétrospective, monocentrique, incluant tous les patients âgés de plus de 18 ans hospitalisés dans un service de réanimation polyvalente pendant un an, qui avaient bénéficié d'un support ventilatoire mécanique pendant au moins 6 jours et d'au moins une mesure de calorimétrie indirecte après la phase aiguë. Le suivi nutritionnel durait de la première mesure de calorimétrie indirecte à la sortie de réanimation, la reprise d'une alimentation orale exclusive ou le décès. Nous avons évalué la faisabilité de la calorimétrie indirecte, l'adéquation entre les besoins énergétiques et l'énergie prescrite et réellement délivrée et le déficit calorique journalier lorsque les apports caloriques étaient basés sur la mesure de Dépense énergétique de repos (DER). Nous avons également évalué la fiabilité des équations prédictives en comparant la DER mesurée à la DER calculée et cherché à déterminer la durée minimale de mesure acceptable en évaluant la corrélation entre la DER finale et la DER mesurée dans différents intervalles de temps. Enfin, nous avons réalisé une analyse en sous-groupes afin de déterminer quels étaient les patients, en fonction de leur statut nutritionnel ou de leur motif d'hospitalisation, chez qui la calorimétrie indirecte semblait être la plus indiquée.

Résultats : Nous avons inclus 50 patients entre décembre 2017 et novembre 2018 qui avaient pu bénéficier d'au moins une mesure de calorimétrie indirecte. Parmi eux, 5 avaient été exclus pour mesure de calorimétrie non interprétable. Il s'agissait dans 75% des cas d'hommes, la moyenne d'âge était de 69,2ans et le motif d'admission principal était la détresse respiratoire aiguë. La DER mesurée moyenne était de 21.8 kcal/kg/j. Au total, 45 patients avaient pu bénéficier d'un soutien nutritionnel basé sur la calorimétrie indirecte sur un total de 135 patients ventilés au moins 6jours, soit une faisabilité de 34%. Les moyennes d'adéquation entre besoins énergétiques et énergie prescrite et délivrée étaient respectivement de 93,5% et 83,4%. 53% des patients ont bénéficié de prescriptions adaptées et 49% ont reçu des apports caloriques adaptés. Les DER calculées par les différentes équations multiparamétriques apparaissaient toutes significativement différentes de la DER mesurée ($p < 0.05$), seule la formule 25 kcal/kg/j ne montrait pas de différence significative ($p = 0.44$). Le déficit calorique journalier moyen était de 266,3 kcal/kg/j.

Les valeurs de DER mesurée dans les différents intervalles de temps à 3,5,15,30,45 et 60 minutes apparaissaient toutes fortement corrélées à la valeur de DER finale ($p < 0.001$) avec des coefficients de variabilité inférieurs à 10%. L'analyse en sous-groupe mettait en évidence des niveaux d'adéquation entre besoins énergétiques et énergie délivrée significativement plus bas chez les patients en choc septique et en défaillance cardio-circulatoire par rapport au reste de la cohorte, respectivement de 79.4% ($p = 0.04$) et 68.8% ($p = 0.01$) avec un déficit calorique ayant tendance à être supérieur aux autres ($p > 0.05$). Les patients obèses présentaient une DER mesurée à 19,6 kcal/kg/j donc significativement plus faible que le reste des patients. Enfin, la formule 25 kcal/kg/j apparaissait significativement différente de la DER mesurée chez les patients en surpoids ou obèses ($p = 0.01$).

Conclusion : Si la Calorimétrie indirecte n'est pas réalisable chez l'intégralité des patients de réanimation, elle est faisable ici dans 1/3 des cas. Elle permet de délivrer des apports caloriques adaptés aux besoins réels comme le montre le niveau élevé d'adéquation entre les besoins énergétiques et l'énergie prescrite et réellement délivrée. La perspective de pouvoir réduire le temps de mesure pourrait permettre une utilisation plus large de la calorimétrie indirecte. Les équations multi-paramétriques ne semblent pas performantes pour prédire la DER mesurée, seule la formule 25 kcal/kg/j semble acceptable. La calorimétrie indirecte garde donc une place comme outil quotidien de gestion des patients de réanimation en particulier ceux en surpoids ou obèses et ceux admis pour états de choc.

1. INTRODUCTION

La dénutrition est un problème fréquemment retrouvé chez les patients de réanimation. (1)(2)

Elle augmente la mortalité (3)(4)(5)(6)(7) ainsi que la morbidité et principalement les complications infectieuses (8), les durées de ventilation mécanique et de séjour en réanimation et à l'hôpital. (3)(9)

Les patients de réanimation présentent des défaillances d'organes multiples associées à un hypermétabolisme et un catabolisme accru qui contribuent à un fort accroissement des besoins nutritionnels.

Le déficit énergétique se creuse très précocément au cours du séjour en réanimation et il a été retrouvé qu'un déficit calorique cumulé supérieur à 10 000 kcal ou journalier > 1200 kcal était un facteur de risque indépendant de mortalité. (10)(11)(12)(13)(14)(8)

La prévention, l'évaluation et le traitement de cette dénutrition sont donc indispensables à la prise en charge des patients en réanimation.

A l'inverse, un excès d'apports caloriques s'avère être également délétère en augmentant les durées de ventilation mécanique et les complications métaboliques. (15)(16)(17)(18)

Bien que la quantité de calories à administrer aux patients de réanimation demeure un sujet de controverse (15)(19)(20), l'évaluation des besoins nutritionnels doit être l'un des objectifs majeurs de tout réanimateur afin de limiter les complications dues à une insuffisance ou un excès d'apports caloriques. Elle doit passer par une estimation la plus précise possible de la dépense énergétique (DE) afin d'adapter les apports caloriques en fonction des dépenses réelles. (2)(21)

Les déterminants de cette dépense énergétique sont bien identifiés. Si chez le sujet sain, la dépense énergétique totale journalière est la somme du métabolisme de base, de la dépense énergétique postprandiale, de la thermorégulation et de l'activité musculaire, chez le sujet malade de réanimation la dépense énergétique de repos (DER) correspond au métabolisme basal et à l'effet des maladies ou agressions en dehors de toute activité physique et en condition de neutralité thermique.

Les soins prodigués au patient et les thérapeutiques de réanimation constituent également un facteur important de variation de cette DE. (22)

La DER peut être mesurée par calorimétrie indirecte (CI) ou calculée par différentes équations.

La littérature est riche sur la fiabilité de ces équations et dans la plupart des études elles apparaissent inexactes dans leur estimation de la DER. (23)(24)(25)(26)(27)

La seule méthode fiable de mesure de la DER applicable en réanimation semble donc être la calorimétrie indirecte (CI).

Son principe repose sur la mesure du taux d'oxydation des glucides, lipides et des protides à partir de la consommation d'oxygène (VO_2), la production de gaz carbonique (VCO_2), et de l'excrétion urinaire d'azote. On en déduit, comme il existe un couplage entre l'oxydation des nutriments et la synthèse d'ATP, l'énergie libérée lors de l'hydrolyse de l'ATP.

Chez un individu au repos et dans les conditions de neutralité thermique, la DE mesurée par calorimétrie indirecte correspond à la DE totale de l'organisme à un moment donné.

Quand seule la consommation d'oxygène d'un individu est mesurée, la DE au repos peut être calculée :

$$DE \text{ (kcal/min)} = VO_2 \times 4,85 \text{ (L/min)}.$$

(Avec la constante 4,85 (en kcal/L O_2) qui représente l'énergie moyenne délivrée lorsqu'un litre d'oxygène est consommé). Cette équation permet de relier DE et consommation d'oxygène en termes d'équivalent calorique de l'oxygène (EqO_2).

Cependant, la DE dépend certes de VO_2 mais aussi de VCO_2 et de l'excrétion urinaire d'azote.

Le Quotient respiratoire (QR) d'un nutriment donné est le rapport entre la production de CO_2 que donnent son oxydation et la consommation d'oxygène nécessaire à cette oxydation :

$$QR = VCO_2/VO_2$$

(avec VO_2 et VCO_2 calculés selon les équations de Haldane qui lient la consommation d'oxygène au débit de gaz expirés et aux fractions inspirées et expirées d' O_2 et de CO_2 : $VO_2 = V_i \times FiO_2 - V_e \times FeO_2$ et $VCO_2 = V_e \times FeCO_2$)

(V_i/e : débit inspiratoire/expiratoire de gaz ; Fi/e : concentration fractionnelle de gaz inspiré/expiré).

Si la CI s'avère être un outil très précis avec une précision pouvant atteindre 96% dans la mesure de la VO_2 et VCO_2 (28)(29), cette précision implique certaines conditions de mesure afin d'obtenir une mesure fiable de la DER (30).

Ces conditions peuvent représenter en pratique quotidienne des limites à l'utilisation de la CI.

Concernant la précision de la mesure de DER, un point fait débat, il s'agit de la durée de mesure minimale acceptable pour obtenir une évaluation fiable de la DER. Il existe en effet, une large variation journalière de la DE (31), variabilité susceptible donc d'induire une erreur significative des lors que la durée de mesure de la DER est réduite (inférieure à 24h).

C'est afin d'éviter de telles erreurs que la notion d'« état stable » a été décrite et définie comme 5 minutes consécutives pendant lesquelles les variations de VO_2 et VCO_2 sont inférieures à un pourcentage donné (5 à 10%). Cela étant d'après de nombreuses études, la condition à atteindre afin d'assurer une précision suffisante de la DER et donc une bonne extrapolation de la DER des 24 heures. (32)(33)(34)(35)(36).

Cependant, l'obtention de cet « état stable » de 5 min peut être difficile à atteindre. Cela souligne donc l'intérêt de déterminer si d'autres conditions de mesure permettent également une estimation fiable de la DER et de déterminer ainsi la durée de mesure minimale acceptable (37)(38)(39).

Lorsque la CI est disponible et que les conditions requises pour son utilisation sont présentes, elle est, selon les recommandations de la SFAR en 2014 et de l'ESPEN en 2018, la méthode de référence en réanimation pour évaluer au mieux les besoins énergétiques des patients et adapter la prise en charge nutritionnelle. (40)(41) (42) (43).

Au vu de ce contexte, il nous est paru intéressant d'évaluer la faisabilité de la CI en pratique courante en réanimation et d'évaluer différents aspects de la prise en charge nutritionnelle lorsque celle-ci est basée sur la mesure de la DER par CI, à savoir évaluer l'adéquation entre besoins énergétiques et énergie prescrite et réellement délivrée, évaluer le déficit calorique et identifier à l'aide d'une analyse en sous-groupe les situations les plus à risque de sur ou sous-nutrition.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. OBJECTIFS DE L'ETUDE

2.1.1. *OBJECTIF PRINCIPAL*

L'objectif principal de notre étude est d'évaluer la faisabilité de la CI en routine en réanimation chez les patients ayant bénéficié d'un support de ventilation mécanique pendant au moins 6 jours.

2.1.2. *OBJECTIFS SECONDAIRES*

Les objectifs secondaires sont :

- Évaluer l'adéquation entre les besoins énergétiques mesurés par CI et l'énergie prescrite et réellement délivrée.
- Comparer la DER mesurée par CI et la DER calculée par les équations prédictives.
- Déterminer la durée minimale de mesure acceptable de la DER.
- Déterminer le déficit calorique journalier moyen et les principales causes à l'origine de ce déficit.
- Réaliser une analyse en sous-groupes afin de comparer :
 - La DER mesurée
 - La DER mesurée par rapport à la DER calculée
 - L'adéquation entre besoins énergétiques et énergie prescrite et délivrée
 - Le déficit calorique journalier moyen

Dans les sous-groupes suivants : Choc septique, Détresse respiratoire, Détresse neurologique, Défaillance cardio-circulatoire (CC), Patients dénutris ($IMC < 18$), Patients en surpoids ($25 < IMC < 30$), Patients obèses ($IMC > 30$).

2.2. POPULATION DE L'ETUDE

2.2.1. TYPE D'ETUDE ET CRITERES D'INCLUSION

Il s'agit d'une étude de cohorte rétrospective, monocentrique incluant tous les patients âgés de plus de 18 ans hospitalisés dans le service de réanimation polyvalente de l'Hôpital Saint-Joseph à Marseille entre Décembre 2017 et Novembre 2018, placés sous ventilation mécanique pendant au moins 6 jours et qui ont bénéficié d'au moins une mesure de CI après la phase aiguë.

2.2.2. CRITERES D'EXCLUSION

Patients dont les résultats de CI n'étaient pas interprétables avec un $QR < 0.65$ ou > 1.20 ou une durée de mesure inférieure à 60 minutes.

2.3. PROTOCOLE DE L'ETUDE

Les patients inclus dans l'étude avaient été placés sous ventilation mécanique, un seul type de respirateur étant utilisé dans le service, le Hamilton S1.

La mesure de la DER par CI était envisagée dès lors que le patient était sorti de la phase aiguë et présentait une stabilité hémodynamique et respiratoire.

Le type de calorimètre utilisé était le moniteur Quark RMR, déplaçable au lit du patient, qui permet la mesure du volume par un débitmètre PNT à faible débit jetable (Flow-REE) inséré sur le circuit patient et un échantillonnage de gaz « cycle par cycle » par la ligne d'échantillonnage fixée à l'extrémité en Y du tube endotrachéal (filtre).

Les conditions requises au préalable de la mesure de calorimétrie étaient :

- L'absence de modification des paramètres respiratoires dans l'heure précédant la mesure
- Une FiO_2 <60% et stable
- Une PEEP < 15
- Une stabilité hémodynamique
- L'absence de fuite d'air (au niveau des tuyaux, drainage thoracique)
- L'absence de variations importantes de température
- L'absence d'administration de NO

Si tous ces critères étaient présents, la mesure était donc réalisable après calibration du calorimètre. Cette dernière étant un pré requis indispensable afin d'obtenir des mesures précises, elle comprend une calibration à partir du gaz étalon puis une calibration du débitmètre à usage unique (« flow ree »).

La mesure était réalisée par le réanimateur. Elle devait durer au minimum 60 minutes pendant lesquelles aucun soin ne devait être prodigué au patient. Si un soin de nursing était indispensable ou une manœuvre de réanimation nécessaire, ils étaient réalisés et la mesure de CI devait être réitérée plus tard. Le poids utilisé pour la mesure de la DER par CI était le poids réel.

La gestion des données se faisait par le logiciel OMNIA Metabolic connecté au moniteur Quark.

La prise en charge nutritionnelle était réalisée conjointement par le réanimateur et la diététicienne rattachée au service.

La question du soutien nutritionnel se posait dès l'admission en réanimation pour tout patient susceptible de rester hospitalisé plus de 3 jours et le démarrage de l'alimentation se faisait selon le protocole du service jusqu'à la première mesure de DER par calorimétrie. Le protocole prévoyait un début de l'alimentation dès J2 par NE (si absence de contre-indications) à 10 kcal/kg/j pour commencer puis progressivement augmentée jusqu'à atteindre la cible des 20 kcal/kg/j. Une NPE exclusive était mise en place à J3 si le patient présentait une contre-indication à la NE et une NPE de complément était débutée après 3 jours de NE si la cible calorique n'était pas atteinte. La cible protéique n'était pas déterminée au préalable, les apports protéiques étaient ceux prévus par les différents types de NE ou NPE.

Les mesures de CI étaient systématiquement inscrites dans le dossier médical informatisé du patient.

A partir de la première mesure de CI, la nutrition était ensuite guidée par le résultat de DER. La diététicienne proposait alors si besoin, une modification du protocole afin d'atteindre l'objectif calorique qui était de 100% de la DER.

A chaque nouvelle mesure de calorimétrie, cette dernière proposait la poursuite ou modification du protocole nutritionnel en cours, qui était après validation par le réanimateur, prescrite au patient.

Les différentes modifications ou arrêts d'administration de l'alimentation étaient systématiquement relevés dans le dossier ainsi que les causes d'arrêt.

Les différents produits de nutrition entérale (**NE**) et parentérale (**NP**) disponibles étaient les suivants :

- Concernant les produits de **NE** :

- Sondalis G	500 ml	- Fresubin 2 kcal HP fibres	500ml
- Peptamen	500 ml	- Fresubin Mégaréa Fibres	500ml
- Impact entéral	500 ml	- Fresubin HP NRJ	500ml
- Fresubin intensive	500ml	- Fresubin original	500ml
- Fresubin 2 kcaIs HP	500 ml		

- Concernant les produits de **NP** :

- Périolimel N4E	1500ml	- Olimel N7E	1500ml
- Clinimix N9G15E	1000ml	- Olimel N9E	1500ml
- Olimel N7E	1000ml	- Clinimix N14G30	1000ml

2.4. RECUEIL DES DONNEES

Le recueil des données a été réalisé de manière rétrospective, en consultant le dossier médical informatisé du patient sur le logiciel DOPA SOINS.

2.4.1. *RECUEIL DES DONNEES CLINIQUES*

Pour chaque patient, nous avons pu recueillir les données cliniques (type d'admission (médicale ou chirurgicale), motif d'hospitalisation, score SOFA et IGS 2 des 24 premières heures), les données du séjour en réanimation (date d'admission et de sortie de réanimation, durée du séjour, statut vivant/décédé en sortie de réanimation et à la sortie de l'hôpital, durée de ventilation mécanique) et les données démographiques (âge, sexe, taille, poids, antécédents) ...

2.4.2. *RECUEIL DES DONNEES NUTRITIONNELLES*

Les données nutritionnelles recueillies à partir du dossier médical incluaient le type de Nutrition (NE/NP), les apports caloriques prescrits quotidiennement, les éventuelles modifications de prescription (modification des vitesses d'administration) et les éventuels arrêts d'administration.

La durée du suivi nutritionnel dans l'étude correspondait à la durée entre la première mesure de DER par CI jusqu'à la reprise de l'alimentation orale exclusive, la sortie de réanimation ou le décès.

Les apports caloriques journaliers réellement administrés ainsi que le déficit calorique journalier ont pu être calculés à posteriori grâce aux prescriptions et suivi nutritionnel informatisés et aux mesures de calorimétrie indirecte.

L'adéquation entre besoins énergétiques et énergie prescrite (CalP/DER) est calculée en faisant le ratio apports caloriques prescrits sur DER et exprimée sous la forme d'un pourcentage.

L'adéquation entre besoins énergétiques et énergie réellement délivrée est calculée en faisant le ratio apports caloriques réellement administrés sur la DER (CalAd/DER) et exprimée sous la forme d'un pourcentage.

Étaient définis comme normo-énergétiques ou adaptés des apports prescrits et délivrés compris entre 70 et 100% de la DER, hypo-énergétiques des apports < 70% de la DER et hyper-énergétiques des apports >100%.

2.4.3. *RECUEIL DES DONNEES DE CALORIMETRIE INDIRECTE.*

Grace au logiciel OMNIA, les différentes mesures de CI ont pu être récupérées rétrospectivement. Elles étaient présentées sous forme de données chiffrées et de graphiques.

Pour chaque séance de CI ont été relevés la durée de mesure, la DER mesurée, la VO_2 , la VCO_2 , le coefficient de variabilité, le quotient respiratoire, la FiO_2 , la ventilation minute et la Fréquence respiratoire.

Afin de déterminer la durée de mesure minimale acceptable, 6 intervalles de temps ont été définis : les 3, 5, 15, 30, 45 et 60 premières minutes. Pour chaque intervalle de temps ont été relevés la DER et le coefficient de variabilité afin de comparer ceux-ci à la DER finale.

Ces données ont pu être recueillies grâce à l'exploitation des courbes de calorimétrie (Annexes 1 et 2).

Chaque séance de CI étant inscrite dans le dossier médical, il a été possible de relever les conditions de mesure à savoir le poids, la température, la présence de sédation ou non, d'amines, et d'antibiotiques.

2.4.4. *RECUEIL DES DONNEES INFECTIEUSES*

Chaque prélèvement infectieux positif était systématiquement relevé dans le dossier médical informatisé par le bactériologiste, et au décours du staff bactériologique hebdomadaire, le réanimateur précisait les différents traitements anti infectieux entrepris ou non et la raison.

Il a donc été possible de relever pour chaque patient, les différents épisodes infectieux d'origine nosocomiale et la nature de ces infections. Une infection nosocomiale étant définie comme un prélèvement infectieux positif réalisé plus de 48h après l'admission et qui donne lieu à un traitement.

2.5. ÉQUATIONS PREDICTIVES

Chaque DER mesurée par CI était comparée à la DER calculée selon les différentes équations prédictives. Il s'agit d'équations multiparamétriques qui incluent les paramètres suivants de manière variable selon le type d'équation : âge, sexe, poids, taille, ventilation minute, volume courant, température, fréquence respiratoire, surface corporelle.

Les équations utilisées étaient les suivantes :

- Harris et Benedict (1919) :
 - $DER \text{ Homme} = (66,5 + 13,8 (\text{Poids}) + 5 (\text{Taille})) - 6,8 (A)$
 - $DER \text{ Femme} = (655 + 9,6 (\text{Poids}) + 1,8 (\text{Taille})) - 4,7 (A)$
- Penn state (2003) :
 - $DER = 0.85 (HB) + 33 (VE) + 175 (Tmax) - 6433$
- Swinamer :
 - $DER = 945 (SC) - 6.4 (A) + 108 (Tmax) + 24.2 (FR) + 81.7 (VT) - 4349$
- Ireton-Jones (1997) :
 - $DER = 1784 - 11 (A) + 5 (\text{Poids}) + 244 (S) + 239 (T) + 804 (B)$
- Faisy (2003) :
 - $DER = 8 (\text{Poids}) + 14 (\text{taille}) + 32 (VE) + 94 (Tmax) - 4.834$

Avec :

Poids = Poids actuel (kg),
Taille (cm),
A = Âge (années),
HB = DER calculée selon Harris et Benedict,
VE = Ventilation Minute (L/min)
Tmax = Température maximale (degrés celcius),
S = Sexe (femme=0, homme=1),
T = Traumatisme (Absent=0, Présent=1),
B = Brûlure (Absente =0, Présente =1)
VT = Volume courant (L/min)
SC = Surface corporelle (m²)
FR = Fréquence respiratoire (minutes)

2.6. STATISTIQUES

Pour les variables quantitatives, lorsque la répartition suivait la loi normale, un t-test de Student non apparié était utilisé et les résultats étaient exprimés en moyenne, $\pm$ déviation standard (SD). Dans le cas contraire, un U-test de Mann-Whitney était utilisé et les résultats étaient exprimés en moyenne $\pm$ écart type moyen (SD).

Pour les variables qualitatives non paramétriques, lorsque les conditions d'application étaient respectées, un test du Chi 2 était réalisé sinon un test-exact de Fisher était réalisé. Les résultats étaient exprimés en nombre de patients (n) avec leur pourcentage.

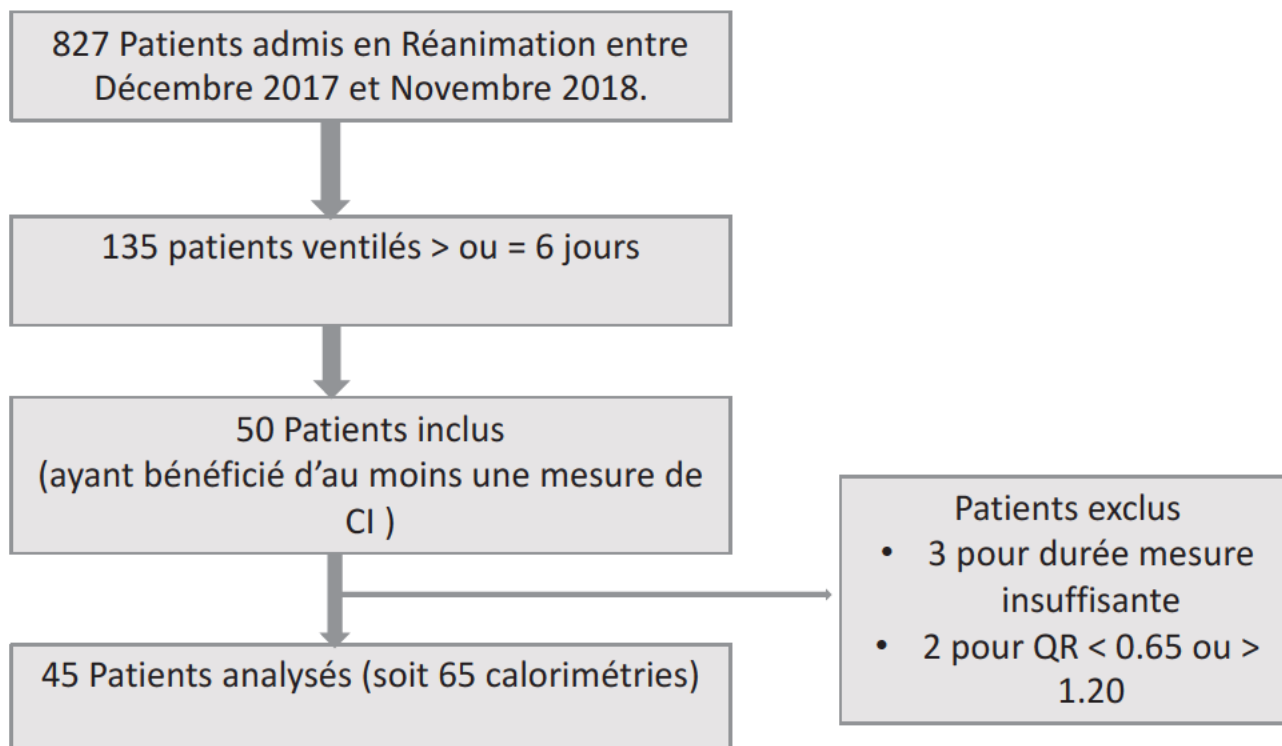
Pour évaluer la corrélation, c'est le coefficient de corrélation de Pearson qui était utilisé.

Les tests ont été réalisés en situation bilatérale (*two-tailed*). Une valeur de p inférieure à 0,05 était considérée comme statistiquement significative.

L'analyse statistique a été conduite à l'aide des logiciels GraphPad Prism® (Prism 5 pour Windows).

3. RESULTATS

3.1. FLOW CHART



3.2. CARACTERISTIQUES DES PATIENTS

La moyenne d'âge des patients inclus dans l'étude est de 69.2 ans, 75% étaient des hommes. Les scores IGS2 et SOFA moyens à l'admission étaient respectivement de 46.6 et 7.5.

44% des patients avaient un statut nutritionnel dit « normal » à l'admission, 8.8% étaient dénutris et 46.4% étaient en surpoids ou obèses. L'IMC moyen était 25.4.

53% des admissions étaient de type médical et le motif d'hospitalisation principal était la détresse respiratoire aiguë dans 46% des cas.

Les patients inclus dans l'étude ont bénéficié d'un support par ventilation mécanique pendant une durée de 24 jours pour une durée de séjour en réanimation de 32 jours. Le taux d'infections nosocomiales était de 73% avec en moyenne 2 infections nosocomiales relevées par patient.

Le taux de mortalité hospitalière toutes causes confondues était de 60% et de 48% en réanimation.

Les caractéristiques démographiques et cliniques des patients sont résumées dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 1. Caractéristiques démographiques

	n= 45
Sexe Masculin	33 (75 %)
Age moyen	69.2 (11.6)
IGS 2 moyen	46.6 (19.3)
SOFA admission médian	7.46 (3.5)
IMC moyen	
Taille moyenne	170.1 (14.1)
Poids initial moyen	72.8 (15.7)
Statut nutritionnel	
Normal	20 (44%)
Dénutrition légère	3 (6.6%)
Dénutrition modérée	1 (2.2%)
Dénutrition sévère	0
Surpoids	13 (28.8%)
Obésité Stade 1	4 (8.8%)
Obésité stade 2	4 (8.8%)
Obésité stade 3	0
Comorbidités	
CV	29 (64%)
Respiratoires	18 (40%)
Rénales	4 (8%)
Dig/ Hépatique	6 (13%)
Onco	12 (27%)
Neuro	6 (13%)
Endocrino	13 (28%)

Tableau 2 : Caractéristiques cliniques.

	n=45
Catégorie d'admission	
Médicale	24 (53%)
Chirurgicale	21 (46%)
Motif admission	
Défaillance cardio circulatoire	7 (15%)
Détresse respiratoire	21 (46%)
Détresse neurologique	1 (2%)
Choc septique	10 (22%)
Autres	6 (13%)
Durée de séjour médiane (jours)	32
Durée de ventilation mécanique médiane (jours)	24
Taux IN moyen (%)	73 %
Type infection nosocomiale (%)	
ILC	36 %
PAVM	54 %
IU	7 %
ISO	3 %
Taux mortalité hospitalière	60 %
Taux mortalité réanimation	48 %

3.3. CARACTERISTIQUES NUTRITIONNELLES ET MESURES CALORIMETRIQUES

Les patients inclus dans l'étude ont pu bénéficier en moyenne de 1.5 mesures de CI durant la durée de suivi qui était en moyenne de 20.2 jours.

Le nombre total de mesures de CI disponibles dans l'étude était donc de 65 pour 45 patients.

Le début de suivi nutritionnel qui correspondait à la première mesure de CI était en moyenne le 8^{ème} jour.

Les mesures de CI étaient réalisées dans 63% des cas sous sédation (dont 31% des cas sous sédation participative de type dexdor), 35% des patients étaient sous support aminergique et 77% avaient une antibiothérapie en cours. L'apyrexie était retrouvée dans 96% des cas.

Le soutien nutritionnel était assuré par la nutrition entérale dans 62% des cas et par l'association NE+NPE dans 38% des cas. Aucun patient étudié n'a bénéficié d'une nutrition parentérale exclusive.

La DER moyenne mesurée était de 1561,4kcal/j soit 21,8kcal/kg/j.

Les caractéristiques nutritionnelles sont résumées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Caractéristiques nutritionnelles

Durée suivi nutritionnel moyenne (jours)	20.2 (19.02)
Jour de début de suivi moyen	8.8 (6,2)
DER moyenne en kcal/j	1561.4 (511.4)
DER moyenne en kcal/kg/j	21.8 (5,7)
NE	28 soit 62%
NE+NPE	17 soit 38%
Nb de calorimétrie moyenne par patient	1.5
Durée moyenne de mesure (min)	63.5 (43.19)
FiO2 moyenne	36.5 (11.1)
QR médian	0.89 (0.69-1.2)
coeff variabilité moyen	10,5 (6,1)
CONDITIONS MESURE	n=65
Sédation tout types confondus	41 (63%)
Sédation Dexdor	21 (31%)
Antibiothérapie	52 (77%)
Amines	23 (35%)
EER	13 (19%)
Fièvre	3 (4%)

3.4. RESULTAT PRINCIPAL

Entre Décembre 2017 et Novembre 2018, 135 patients de plus de 18 ans ont été hospitalisés et placés sous ventilation mécanique pour une durée supérieure ou égale à 6 jours.

Parmi eux, 50 ont pu bénéficier d'au moins une mesure de CI et être ainsi inclus dans l'étude.

Parmi les 50 patients inclus, 5 patients ont été exclus en raison de résultats de CI non interprétables (2 patients pour $QR < 0.65$ ou > 1.20 et 3 patients pour une durée de mesure insuffisante).

Au total, 45 patients ont bénéficié d'au moins d'une mesure de CI soit une faisabilité de 34% chez les patients ventilés au moins 6 jours.

3.5. RESULTATS SECONDAIRES

3.5.1. ADEQUATION BESOINS ENERGETIQUES / ENERGIE PRESCRITE

L'adéquation moyenne entre besoins énergétiques et énergie prescrite (CaIP/DER) est de 93,5%.

53% des patients ont bénéficié de prescriptions adaptées à leur DER c'est-à-dire avec un rapport CaIP/DER entre 70 et 100%.

33% des patients ont bénéficié de sur-prescription avec un rapport CaIP/DER $> 100\%$.

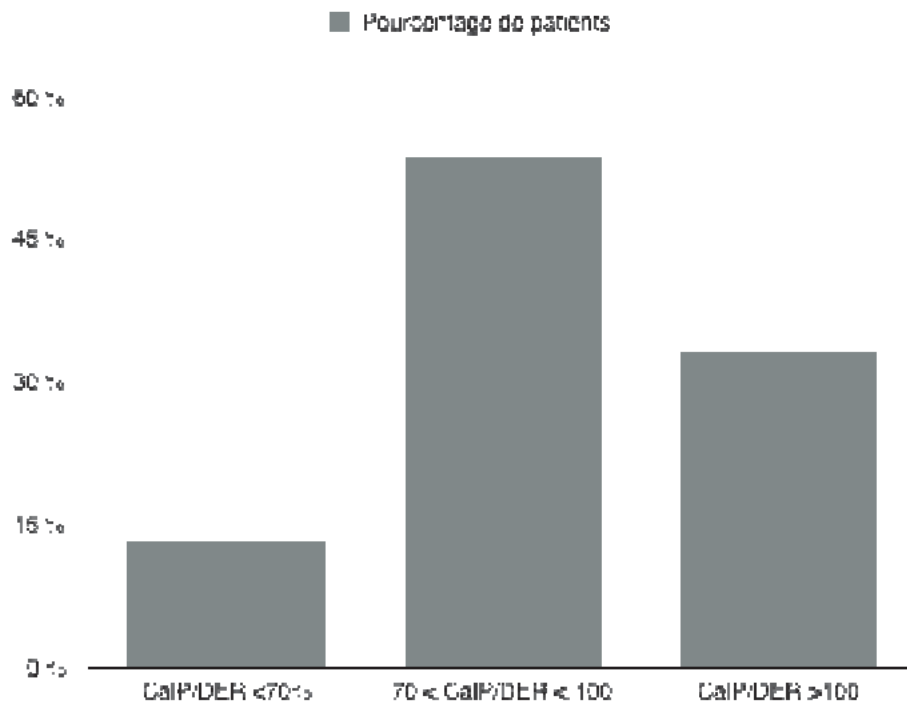
13% des patients ont bénéficié de sous-prescription avec un rapport CaIP/DER $< 70\%$.

Ces résultats sont présentés sur le tableau 4 et la figure 1.

Tableau 4. CalP/DER

	CalP/DER <70%	70 < CalP/DER < 100	CalP/DER >100
Nombre de patients	6	24	15
Pourcentage de patients	13,3 %	53,3 %	33,3 %

Figure 1.



3.5.2. ADEQUATION BESOINS ENERGETIQUES / ENERGIE DELIVREE

L'adéquation moyenne entre besoins énergétiques et énergie réellement délivrée (CalAd/DER) est de 83,4%.

49% des patients ont reçu des apports caloriques adaptés à leur DER soit un rapport CalAd/DER entre 70 et 100%.

24% des patients ont reçu des apports caloriques supérieurs à leur DER soit un rapport CalAd/DER >100%.

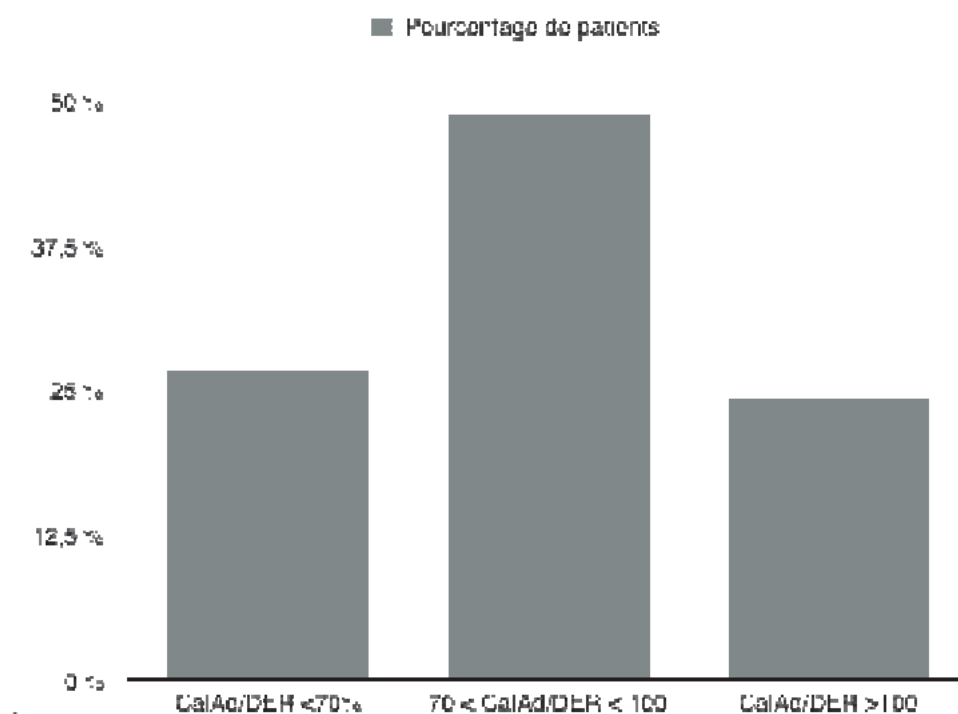
27% des patients ont reçu des apports caloriques inférieurs à leur DER soit un rapport calAD/DER < 70%.

Ces résultats sont présentés sur le tableau 5 et la figure 2.

Tableau 5. CalAd/DER

	CalAd/DER <70%	70 < CalAd/DER < 100	CalAd/DER >100
Nombre de patients	12	22	11
Pourcentage de patients	26,7 %	48,9 %	24,4 %

Figure 2



3.5.3. COMPARAISON ENTRE DER MESUREE PAR CI ET DER CALCULEE.

La DER mesurée moyenne est de 1561 kcal/j $\pm$ 518,1 soit 21.4 kcal/kg/j.

La comparaison entre la DER mesurée par CI et la DER calculée selon les différentes équations prédictives est présentée dans le tableau 6 et la figure 3.

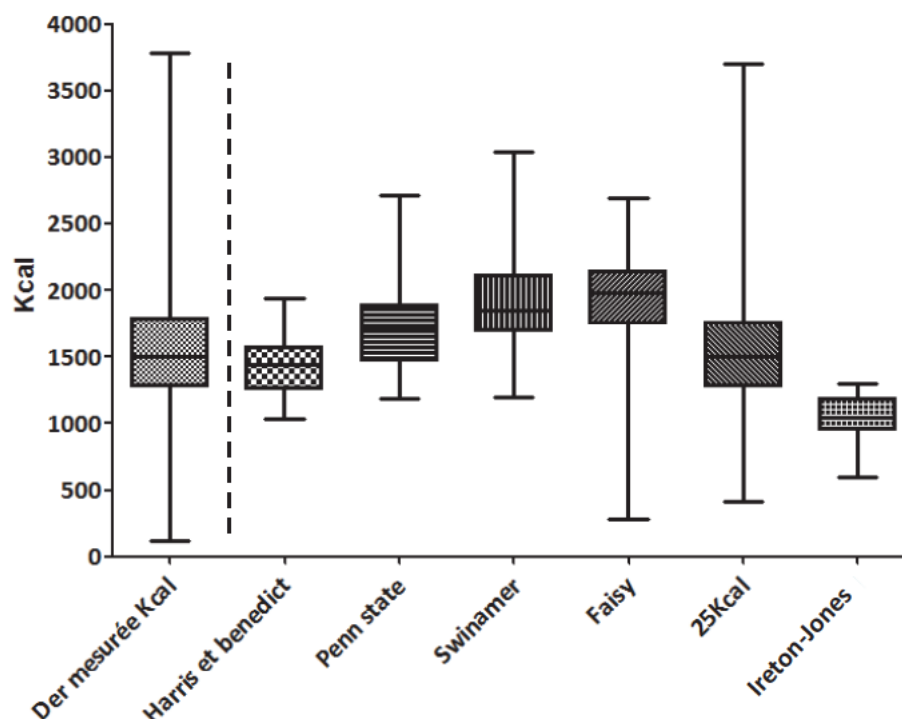
La DER calculée est significativement différente de la DER mesurée pour chacune des différentes équations multiparamétriques ($p < 0.05$), il n'y a en revanche pas de différence significative entre la DER calculée par la formule simple liée au poids (25kcal/kg/j) et la DER mesurée par CI ($p = 0.44$).

Les différentes équations prédictives ont tendance à surestimer la DER avec une DER calculée moyenne au maximum de 1949kcal $\pm$ 332 selon l'équation de Faisy soit une différence moyenne de 388kcal. Seules deux équations la sous-estiment, il s'agit de celles d'Ireton-Jones et celle d'Harris et Benedict avec des DER moyennes calculées respectivement de 1026 $\pm$ 186kcal/j et 1437 $\pm$ 229,6kcal/j soit une différence moyenne respectivement de 535 kcal et 124 kcal/j.

Tableau 6: Comparaison DER mesurée par CI et DER calculée par les équations

	DER Mesurée	HB	Penn State	Swiname r	Faisy	Ireton- Jones	25 Kcal
n=	67	67	67	67	67	67	67
Moyenne	1561	1437	1724	1917	1949	1026	1565
Ecart Type	518,1	229,6	319,1	334,8	332,0	186,6	490,5
Ecart Moyen	63,30	28,05	38,99	40,90	40,56	22,80	59,93
IC 95% Inf	1435	1381	1646	1835	1868	980,9	1445
IC 95% Sup	1688	1493	1802	1999	2030	1072	1685
p= (par rapport à DER Mesurée)		0,0382	0,005	0,001	0,001	0,001	0,445

Figure 3. Comparaison DER mesurée et DER calculée



3.5.4. DETERMINATION DE LA DUREE MINIMALE DE MESURE ACCEPTABLE

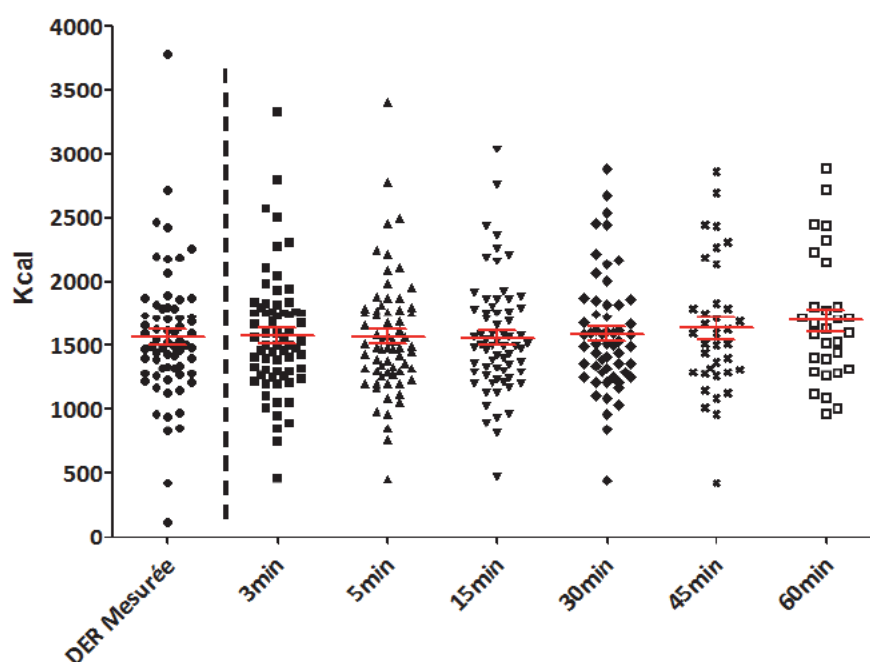
Afin de déterminer la durée de mesure minimale acceptable (DMMA) soit la durée à partir de laquelle on considère que la mesure de DER est suffisamment fiable, nous avons défini 6 intervalles de temps : les 3, 5, 15, 30, 45 et 60 premières minutes et comparé la DER de chaque intervalle de temps avec la DER finale (annexe 3).

Les résultats sont présentés dans le tableau 7 et la figure 4.

Tableau 7 : Corrélation entre DER mesurée et DER dans intervalles de temps.

	DER mesurée vs DER à 3min	DER mesurée vs DER à 5min	DER mesurée vs DER à 15min	DER mesurée vs DER à 30min	DER mesurée vs DER à 45min	DER mesurée vs DER à 60min
Pearson r	0,9501	0,9306	0,9327	0,9384	0,9403	0,9349
95% confidence interval	0.9198 to 0.9691	0.8892 to 0.9569	0.8923 to 0.9582	0.8972 to 0.9634	0.8852 to 0.9694	0.8665 to 0.9689
P value (two-tailed)	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
R squared	0,9027	0,8661	0,8698	0,8806	0,8842	0,8741

Figure 4. Corrélation entre DER mesurée finale et DER dans intervalles de temps



On observe une relation linéaire positive entre la DER mesurée finale et la DER mesurée dans chaque intervalle de temps avec un seuil de significativité atteint ($p < 0.0001$). Les valeurs de DER mesurées dans les différents intervalles de temps soit à 3, 5, 15, 30, 45 et 60 minutes apparaissent donc toutes fortement corrélées à la valeur de la DER finale.

Les différents coefficients de variabilité sont présentés dans le tableau 8.

Pour chaque intervalle de temps, on observe un coefficient de variabilité inférieur à 10%.

Tableau 8 : Coefficient de variabilité

Intervalles de temps (minutes)	3	5	15	30	45	60
Coeff variabilité moyen	8.7 ± 7.6	9.4 ± 8.1	9.8 ± 6.2	9.9 ± 6.4	9 ± 5.3	8.5 ± 4.5

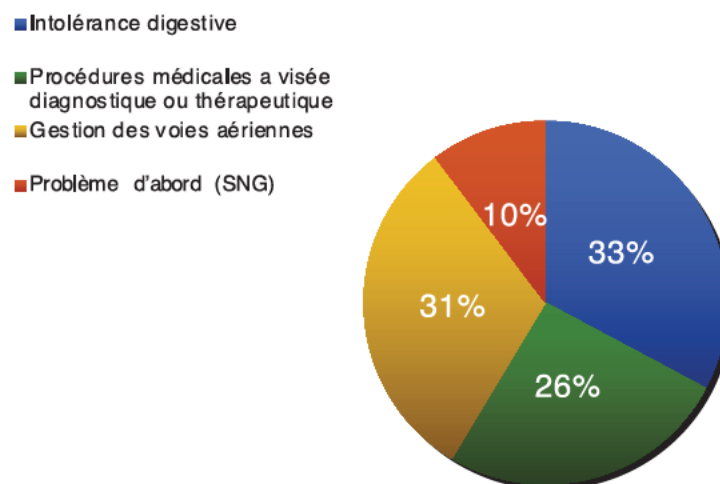
3.5.5. DETERMINATION DU DEFICIT CALORIQUE JOURNALIER MOYEN ET CAUSES A L'ORIGINE DU DEFICIT CALORIQUE

Après avoir relevé pour chaque patient le déficit calorique journalier, le déficit calorique journalier moyen a pu être calculé, il est de 266.3 kcal/jour.

Les interruptions d'administration de la nutrition artificielle (NE ou NPE) sont à l'origine du déficit calorique dans 42,2% des cas, un protocole nutritionnel inadapté c'est à dire une erreur ou un retard dans la mise en place de celui-ci est à l'origine du déficit calorique dans 13% des cas. Dans 31,1% des cas, c'est l'association arrêt d'administration et protocole inadapté (il s'agit ici d'une reprise de la nutrition artificielle progressive après arrêt, avec vitesse inférieure à objectif) qui est à l'origine du déficit calorique.

Les causes d'interruptions de l'alimentation sont illustrées sur la figure 5.

Figure 5



La principale cause à l'origine des arrêts d'alimentation est l'intolérance digestive dans 32,7 % des cas, suivie de près par la gestion des voies aériennes dans 31% des cas. Cette dernière correspond à une extubation dans 27,7% des cas et à la réalisation d'une trachéotomie dans 72,2 % des cas.

Les procédures médicales et chirurgicales sont la 3^{ème} cause d'arrêt de l'alimentation, elles sont présentes dans 25,8 % des cas. Elles correspondent à la réalisation d'examens à visée diagnostiques ou thérapeutiques dans 40% des cas (TDM, FOGD, gastrostomie, fibroscopie bronchique...), d'interventions chirurgicales dans 33,3% des cas et de mise en décubitus ventral dans 26,6% des cas.

Enfin, la dernière cause entraînant un arrêt de l'alimentation est un problème d'abord (ablation accidentelle SNG, SNG bouchée...) retrouvée dans 10,3% des cas.

3.5.6. ANALYSE EN SOUS-GROUPE.

L'analyse en sous-groupe concernait 7 sous-groupes différents en fonction du motif d'hospitalisation et du statut nutritionnel.

Les sous-groupes étaient les suivants :

- Choc septique
- Détresse respiratoire aiguë
- Défaillance cardio-circulatoire (CC)
- Détresse neurologique
- Dénutrition avec IMC < 18.5
- Surpoids avec IMC compris entre 25 et 30
- Obésité avec IMC > 30

Les caractéristiques des sous-groupes sont présentées dans le tableau 8.

Tableau 8 : Caractéristiques sous-groupes.

	DRA (n=31)	Choc Septique (n=15)	Choc CC (n=12)	IMC < 18 (n=7)	IMC > 30 (n=12)	IMC 25-30 (n=14)
Age (années)	71,4	68	65	69,1	69,4	61,5
Sexe M (%)	90	80	50	85	91,6	78
Poids (Kg)	72,5	72,1	70,3	51	96,6	76
IMC moyen	26,1	25,1	24,9	17,4	34,5	27

La DER mesurée moyenne, la comparaison entre la DER mesurée et la DER calculée selon les équations, l'adéquation entre besoins énergétiques et énergie prescrite et réellement délivrée, et enfin le déficit calorique journalier moyen ont été évalués dans chaque sous-groupe et comparés avec le reste de la cohorte.

Seul le sous-groupe « Détresse Neurologique » n'a pas pu être étudié puisqu'il ne comportait qu'un seul patient.

Les résultats sont présentés dans les tableaux 9 à 22.

- DER mesurée

La DER mesurée moyenne de chaque sous-groupe a été comparée à la DER mesurée moyenne du reste de la cohorte. Les résultats sont exprimés dans les tableaux 9 et 10.

Les patients obèses présentent une DER mesurée plus faible que dans le reste de la cohorte avec une différence à la limite du seuil de significativité, en effet, elle est de 20,2 kcal/kg/j $\pm$ 7,5 dans le sous-groupe « IMC>30 » alors qu'elle est de 22,2 kcal/kg/j $\pm$ 5,8 pour le reste des patients (p=0.06)

Les patients dénutris, soit avec un IMC < 18, présentent une DER mesurée par CI plus élevée que dans le reste de la cohorte puisqu'elle est de 25,1 kcal/kg/j $\pm$ 7,6 contre 21,5 kcal/kg $\pm$ 5,9 avec une différence non significative (p=0.24).

Concernant l'analyse en sous-groupes liés au motif d'hospitalisation, on n'observe pas de différence significative entre les DER mesurées.

Tableau 9: DER mesurée (en kcal/kg/j) en fonction du statut nutritionnel

	IMC < 18	IMC > 18	IMC >30	IMC < 30	25<IMC<30	25>IMC>30
n=	7	60	12	55	14	53
Minimum	16,71	1,765	13,01	1,765	6,087	1,765
25% Percentile	18,82	17,86	14,89	18,9	16,96	18,86
Mediane	23,93	21,42	17,71	22,87	19,3	22,71
75% Percentile	28	24,96	24,06	25,14	25,48	24,99
Maximum	39,82	37,82	37,82	39,82	28,82	39,82
 Moyenne	 25,17	 21,45	 20,24	 22,18	 20,06	 22,3
Ecart Type	7,683	5,955	7,539	5,886	5,879	6,245
Ecart Moyen	2,904	0,7688	2,176	0,7937	1,571	0,8578
 IC 95% Inf	 18,06	 19,91	 15,45	 20,59	 16,66	 20,58
IC 95% Sup	32,27	22,98	25,03	23,77	23,45	24,03
 p=	 0,2468		 0,0612		 0,2908	

Tableau 10: DER mesurée (en kcal/kg/j) en fonction du motif d'hospitalisation.

	CHOC S	AUTRES	CHOC CC	AUTRES	DRA	AUTRES
n=	15	52	12	55	31	36
Minimum	14,79	1,765	14,86	1,765	13,01	1,765
25% Percentile	17,53	18,21	19,85	17,85	18,82	17,61
Mediane	21,69	21,52	23,94	21,25	21,2	22,2
75% Percentile	25,4	24,99	25,86	24,84	24,89	25,11
Maximum	39,82	37,82	30,56	39,82	37,82	39,82
 Moyenne	 22,44	 21,66	 22,83	 21,62	 22,22	 21,5
Ecart Type	6,507	6,157	4,685	6,494	5,473	6,817
Ecart Moyen	1,68	0,8539	1,352	0,8757	0,9829	1,136
 IC 95% Inf	 18,84	 19,94	 19,85	 19,86	 20,21	 19,2
IC 95% Sup	26,04	23,37	25,81	23,37	24,23	23,81
p=	0,9221		0,3225		0,9249	

- Adéquation besoins énergétiques / apports énergétiques prescrits :

Les tableaux 11 et 12 comparent le ratio calories prescrites/DER (CalP/DER) dans chaque sous-groupe en fonction du statut nutritionnel et du motif d'hospitalisation par rapport au reste de la cohorte.

Il n'y a pas de différence significative entre les différents sous-groupes concernant le ratio CalP/DER sauf dans le groupe « DRA » où il apparaît significativement plus élevé que chez les autres patients. En effet, il est de $103,3\% \pm 19,5$ alors qu'il est de $85,7\% \pm 29,8$ dans le reste de la cohorte ($p=0.007$).

Les résultats sont présentés sur les figures 6 à 11.

Tableau 11 : CalP/DER en fonction du statut nutritionnel.

	IMC < 18	IMC > 18	IMC >30	IMC < 30	25<IMC<30	25>IMC>30
n=	7	60	12	55	14	53
Minimum	27	25,9	52	25,9	25,9	25,9
25% Percentile	70,6	85,13	95,35	77	74,7	85,75
Mediane	98,6	100	110	99,5	95,5	100
75% Percentile	127	109,8	113	108	101,5	113
Maximum	128,5	139	116	139	127	139
Moyenne	92,61	94,04	102,5	92,01	87,85	95,48
Ecart Type	38,27	25,74	17,93	28,3	25,66	27,27
Ecart Moyen	14,46	3,322	5,176	3,816	6,859	3,746
IC 95% Inf	57,22	87,39	91,09	84,36	73,03	87,97
IC 95% Sup	128	100,7	113,9	99,66	102,7	103
p=	0,9102		0,1258		0,2629	

Tableau 12 : CalP/DER en fonction du motif d'hospitalisation.

	CHOC S	AUTRES	CHOC CC	AUTRES	DRA	AUTRES
n=	15	52	12	55	31	36
Minimum	27	25,9	25,9	27	52	25,9
25% Percentile	70,6	93,4	53,2	89	97,3	70,6
Mediane	89	100	90,8	100	101	96,3
75% Percentile	98	111,5	121	110	113	102,3
Maximum	127	139	125	139	139	127
Moyenne	80,52	97,74	81,42	96,61	103,3	85,76
Ecart Type	30,65	24,76	37,61	23,59	19,55	29,89
Ecart Moyen	7,913	3,434	10,86	3,18	3,511	4,982
IC 95% Inf	63,55	90,85	57,52	90,23	96,16	75,64
IC 95% Sup	97,49	104,6	105,3	103	110,5	95,87
p=	0,1186		0,2484		0,0076	

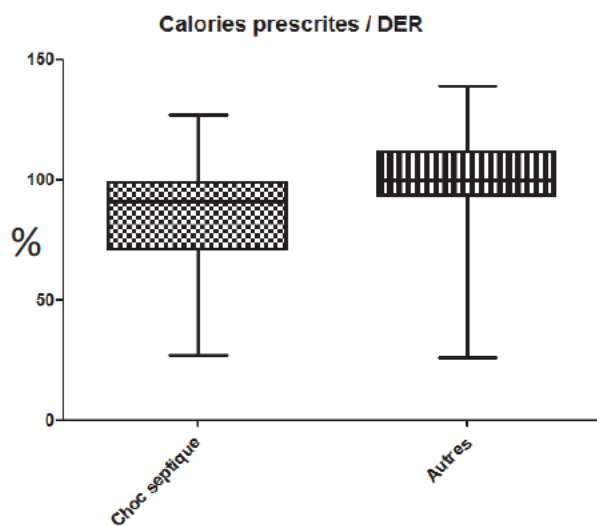


Figure 6.

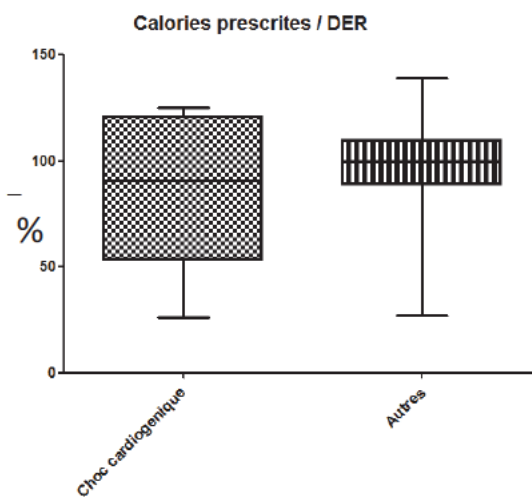


Figure 7.

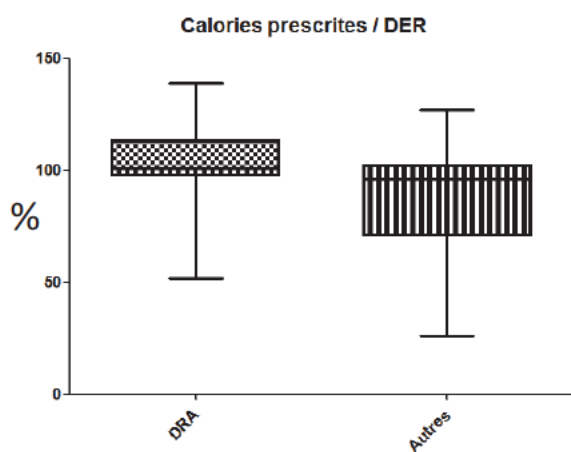


Figure 8.

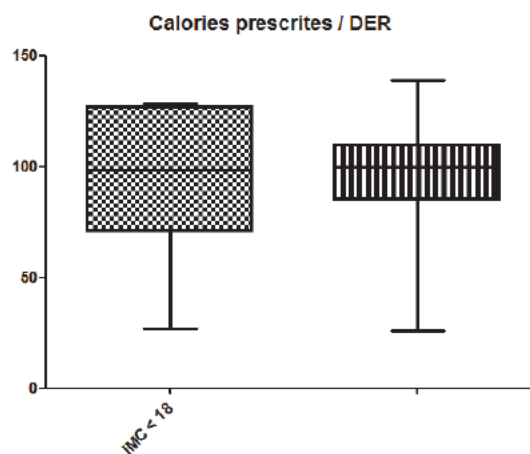


Figure 9.

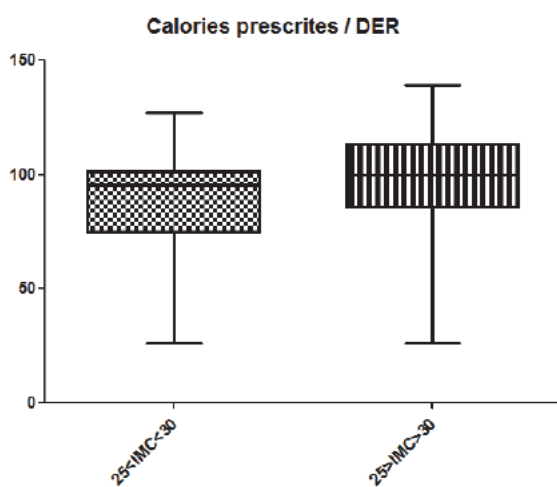


Figure 10.

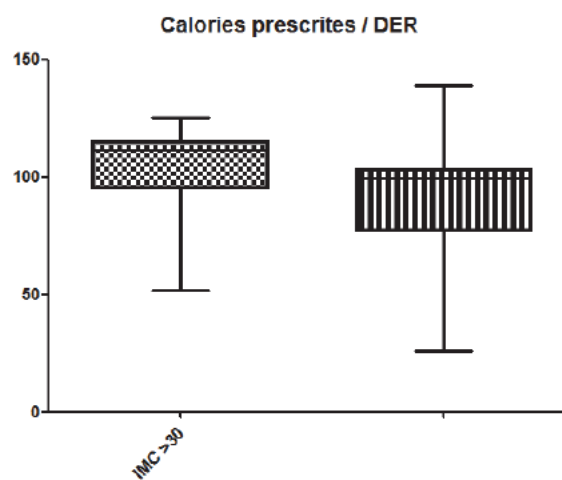


Figure 11.

- Adéquation besoins énergétiques – apports énergétiques délivrés :

Les tableaux 13 et 14 comparent le ratio calories administrées/DER (calAd/DER) dans chaque sous-groupe en fonction du statut nutritionnel et du motif d'hospitalisation par rapport au reste de la cohorte.

On observe que le ratio CalAd/DER apparaît significativement plus élevé dans le sous-groupe « DRA » que dans le reste de la population avec un ratio à $93,4\% \pm 22$ contre $79,3\% \pm 27$ ($p=0.020$) alors qu'on observe une proportion de calories administrées significativement plus faible dans les sous-groupes « choc septique » et « choc CC » où elles sont respectivement de $79,4\% \pm 22$ et $68,8\% \pm 37$ contre $87,7\% \pm 26$ ($p=0.045$) et $89,5\% \pm 21$ ($p=0.015$) dans le reste de la cohorte.

Les résultats sont présentés sur les figures 12 à 17.

Tableau 13 : CalAd/DER selon statut nutritionnel.

	IMC < 18	IMC > 18	IMC >30	IMC < 30	25<IMC<30	25>IMC>30
n=	7	60	12	55	14	53
Minimum	66	22	31	22	24	22
25% Percentile	78	70,25	84,6	69	60,25	77
Mediane	98	92,5	91,7	93	90	93,4
75% Percentile	117	101	105,3	101	101	102,5
Maximum	127	130	106	130	105	130
Moyenne	97	84,57	88,68	85,25	80	87,42
Ecart Type	21,48	26,16	21,96	26,77	25,66	25,92
Ecart Moyen	8,118	3,377	6,339	3,609	6,858	3,561
IC 95% Inf	77,14	77,81	74,73	78,02	65,18	80,27
IC 95% Sup	116,9	91,33	102,6	92,49	94,82	94,56
p=	0,3509		0,447		0,436	

Tableau 14 : CalAd/DER selon motif d'hospitalisation.

	CHOC S	AUTRES	CHOC CC	AUTRES	DRA	AUTRES
n=	15	52	12	55	31	36
Minimum	22	24	24	22	41	22
25% Percentile	66	74,5	34,5	82	78	55,5
Mediane	88	98	52	96,4	99,2	88
75% Percentile	90	102,8	113,3	101	105	99,18
Maximum	105	130	117	130	130	117
Moyenne	79,41	87,73	68,83	89,58	93,47	79,32
Ecart Type	22,39	26,67	37,55	21,24	22,06	27,35
Ecart Moyen	5,781	3,699	10,84	2,864	3,962	4,558
IC 95% Inf	67,01	80,3	44,97	83,84	85,38	70,07
IC 95% Sup	91,81	95,16	92,69	95,32	101,6	88,57
p=	0,0478		0,0152		0,0206	

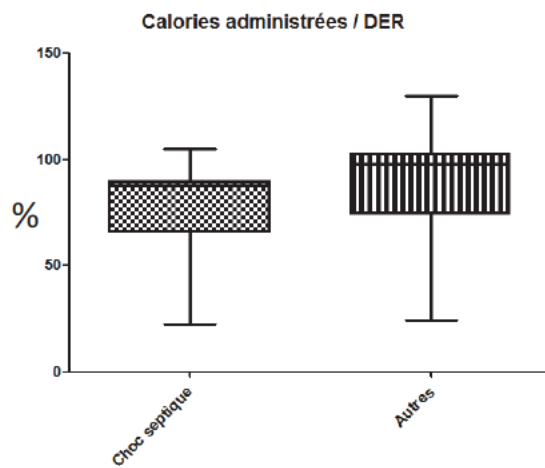


Figure 12.

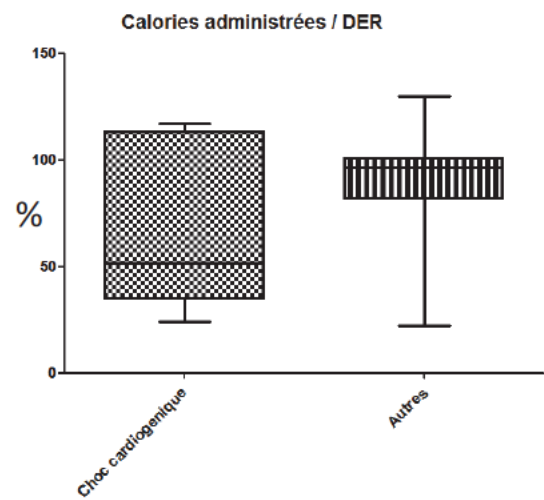


Figure 13.

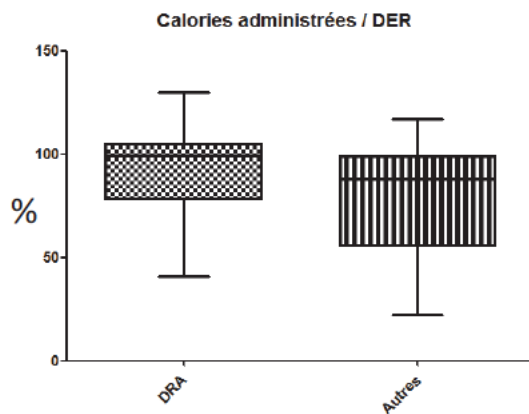


Figure 14.

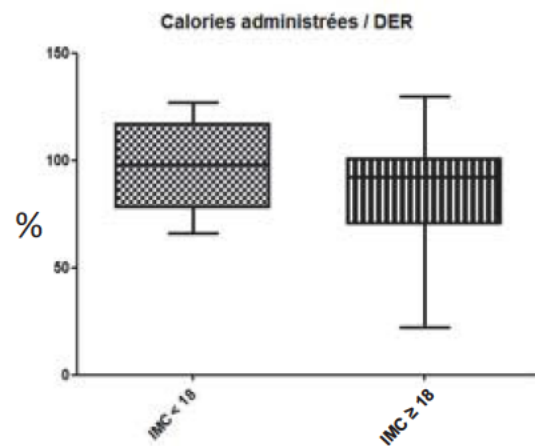


Figure 15.

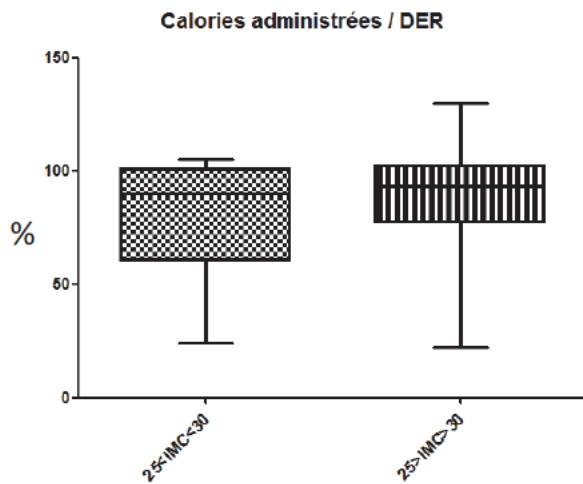


Figure 16.

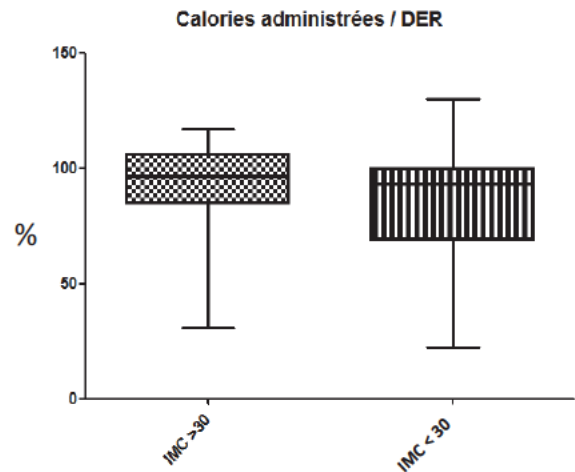


Figure 17.

- Déficit calorique journalier moyen :

Nous avons comparé le déficit calorique journalier moyen dans chaque sous-groupe par rapport au reste de la cohorte.

Les résultats sont exprimés dans les tableaux 15 et 16.

On retrouve un déficit calorique journalier plus important dans les sous-groupes de patients admis pour choc septique et choc CC avec respectivement 373,8 kcal/j et 410,8 kcal/J contre 239 kcal/j et 238 kcal/j dans le reste de la cohorte mais avec une différence en dessous du seuil de significativité ($p > 0.05$).

Concernant les sous-groupes liés au statut nutritionnel, on observe un déficit calorique significativement plus important chez les patients en surpoids ($25 < \text{IMC} < 30$) puisqu'il est de 468,4 kcal/j contre 216,6 kcal/j dans le reste de la cohorte ($p = 0.024$).

Le déficit calorique est également légèrement plus important chez les patients obèses ($\text{IMC} > 30$) sans que la différence ne soit significative.

Les résultats sont présentés sur les figures 18 à 23.

Tableau 15 : Déficit calorique journalier moyen selon statut nutritionnel.

	IMC < 18	IMC > 18	IMC >30	IMC < 30	25<IMC<30	25>IMC>30
n=	7	60	12	55	14	53
Minimum	0	0	0	0	0	0
25% Percentile	0	0	0	0	160,5	0
Mediane	0	110,5	92	39	359,5	23
75% Percentile	82	383,3	700	363	716,5	315
Maximum	1245	1665	838	1665	1665	1665
Moyenne	191,3	278,3	301,2	262,2	468,4	216,6
Ecart Type	465,6	394,5	346,5	412,7	467,6	366,5
Ecart Moyen	176	50,93	100	55,65	125	50,35
IC 95% Inf	-239,3	176,4	81,04	150,7	198,3	115,6
IC 95% Sup	621,9	380,2	521,3	373,8	738,4	317,6
p=	0,1861		0,5749		0,024	

Tableau 16 : Déficit calorique moyen selon motif d'hospitalisation.

	CHOC S	AUTRES	CHOC CC	AUTRES	DRA	AUTRES
n=	15	52	12	55	31	36
Minimum	0	0	0	0	0	0
25% Percentile	0	0	0	0	0	0
Mediane	92	31,5	190,5	39	39	92
75% Percentile	543	363	363	390	274	441,8
Maximum	1245	1665	1665	1245	838	1665
Moyenne	373,8	239	410,8	238,3	195,6	332,5
Ecart Type	464,2	378,4	603,5	339,7	260	483,8
Ecart Moyen	119,9	52,48	174,2	45,81	46,71	80,63
IC 95% Inf	116,7	133,7	27,31	146,5	100,3	168,8
IC 95% Sup	630,9	344,4	794,2	330,2	291	496,2
p=	0,2776		0,4872		0,7233	

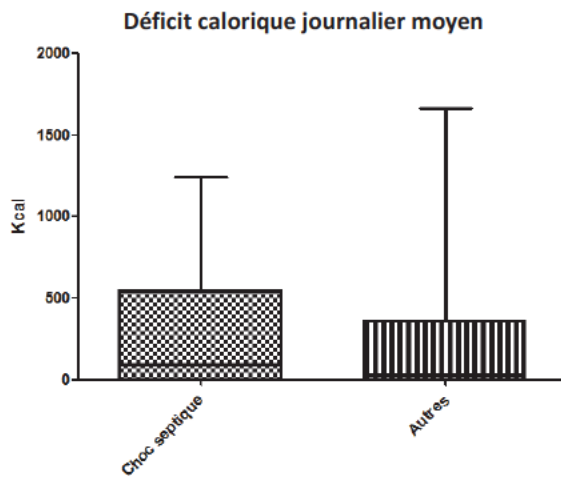


Figure 18.

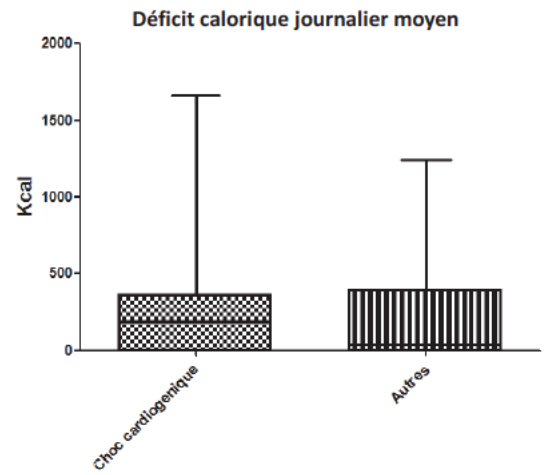


Figure 19.

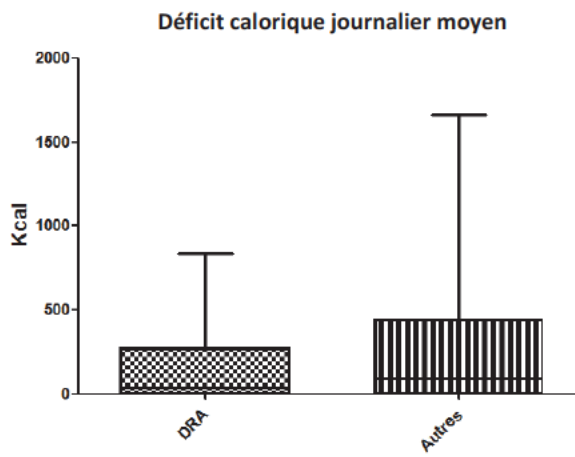


Figure 20.

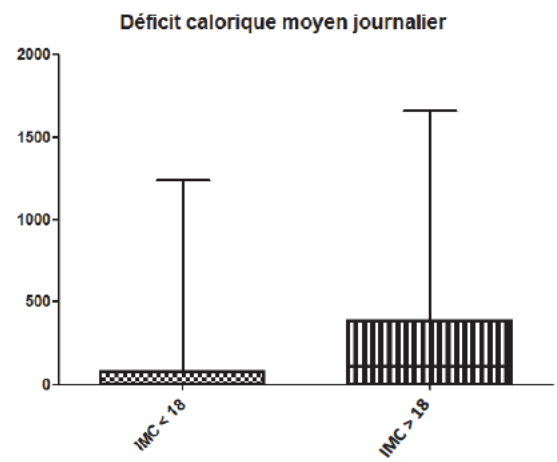


Figure 21.

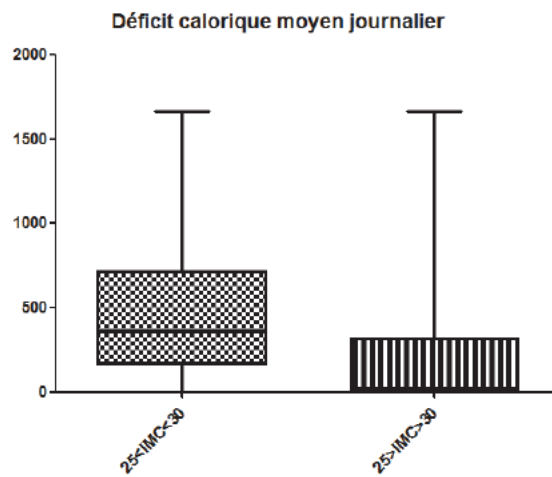


Figure 22.

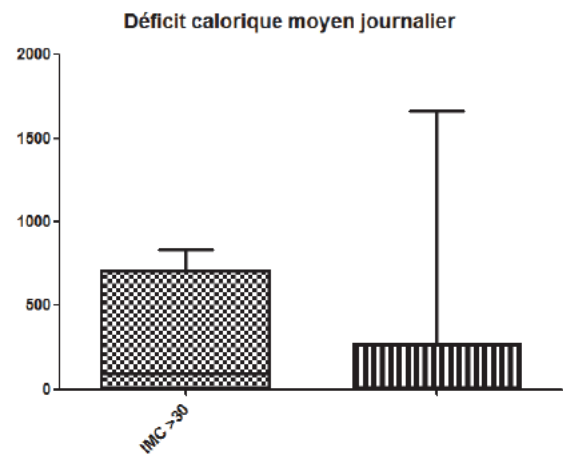


Figure 23.

- Comparaison DER calculée et DER mesurée.

Les tableaux suivants (17 à 22) comparent dans chacun des sous-groupes, les valeurs de DER mesurée par CI aux valeurs de DER calculée par les différentes équations.

Tableau 17 : Comparaison entre DER mesurée et calculée dans groupe IMC < 18

	DER Mesurée	HB	Penn State	Swinamer	Faisy	25 Kcal	Ireton-Jones
n=	7	7	7	7	7	7	7
Minimum	852	1031	1356	1445	1636	1125	598
25% Percentile	941	1074	1359	1499	1642	1125	879
Mediane	1316	1112	1527	1715	1764	1250	1029
75% Percentile	1456	1274	1656	1771	1899	1300	1154
Maximum	1792	1379	1750	1898	1960	1375	1189
Moyenne	1238	1164	1515	1675	1788	1239	970,3
Ecart Type	336,8	123,9	158,6	157,2	126,8	91,12	202,3
Ecart Moyen	127,3	46,82	59,95	59,41	47,94	34,44	76,47
IC 95% Inf	926,5	1050	1369	1530	1670	1155	783,2
IC 95% Sup	1549	1279	1662	1820	1905	1324	1157
p= (par rapport à DER Mesurée)		0,9015	0,0728	0,0262	0,007	0,9015	0,2086

Tableau 18: Comparaison entre DER mesurée et calculée dans groupe IMC > 30

	DER Mesurée	HB	Penn State	Swinamer	Faisy	25 Kcal	Ireton Jones
n=	12	12	12	12	12	12	12
Minimum	1145	1446	1421	1715	1629	2125	798
25% Percentile	1413	1524	1703	1953	1987	2263	1170
Mediane	1595	1718	2016	2270	2170	2413	1194
75% Percentile	2243	1895	2266	2462	2413	2613	1218
Maximum	3782	1943	2716	3036	2688	2675	1299
Moyenne	1900	1708	2005	2255	2163	2417	1156
Ecart Type	749,2	176,1	385,8	374,2	322	185,7	143,1
Ecart Moyen	216,3	50,84	111,4	108	92,97	53,6	41,3
IC 95% Inf	1424	1596	1759	2017	1959	2299	1065
IC 95% Sup	2376	1820	2250	2492	2368	2535	1246
p= (par rapport à DER Mesurée)		0,8362	0,1029	0,0063	0,014	0,0159	0,0002

Tableau 19 : Comparaison entre DER mesurée et calculée dans groupe 25< IMC < 30

	DER Mesurée	HB	Penn State	Swinamer	Faisy	25 Kcal	Ireton Jones
n=	14	14	14	14	14	14	14
Minimum	420	1229	1436	1641	1653	1625	648
25% Percentile	1302	1286	1473	1721	1797	1719	846,8
Mediane	1508	1550	1867	2059	2071	2000	1129
75% Percentile	1923	1657	2045	2260	2196	2081	1194
Maximum	2427	1942	2359	2519	2382	2325	1279
Moyenne	1574	1524	1834	2050	2009	1955	1040
Ecart Type	495	213	293	284	241,2	223,9	212,8
Ecart Moyen	132,3	56,93	78,31	75,9	64,47	59,83	56,88
IC 95% Inf	1288	1401	1665	1886	1870	1826	916,8
IC 95% Sup	1860	1647	2003	2214	2149	2085	1163
p= (par rapport à DER Mesurée)		0,8399	0,2366	0,0404	0,0531	0,012	0,0005

Tableau 20 : Comparaison entre DER mesurée et calculée dans groupe DRA.

	DER Mesurée	HB	Penn State	Swinamer	Faisy	25 Kcal	Ireton Jones
n=	31	31	31	31	31	31	31
Minimum	852	1095	1183	1352	1422	1250	668
25% Percentile	1265	1274	1476	1715	1719	1625	959
Mediane	1530	1456	1734	1850	2031	1875	1049
75% Percentile	1863	1591	1886	2053	2143	2100	1189
Maximum	3782	1943	2716	3036	2688	2675	1299
Moyenne	1655	1449	1734	1925	1986	1859	1045
Ecart Type	580,3	198,1	332,3	349,8	272,2	376,5	157,3
Ecart Moyen	104,2	35,57	59,68	62,82	48,9	67,63	28,25
IC 95% Inf	1442	1377	1613	1797	1886	1721	987,6
IC 95% Sup	1868	1522	1856	2053	2086	1997	1103
p= (par rapport à DER Mesurée)		0,1698	0,1634	0,0026	0,0002	0,0117	< 0.0001

Tableau 21 : Comparaison entre DER mesurée et calculée dans groupe Choc cardiogénique.

	DER Mesurée	HB	Penn State	Swinamer	Faisy	25 Kcal	Iretton Jones
n=	31	31	31	31	31	31	31
Minimum	831	1031	1224	1499	1397	1125	598
25% Percentile	1176	1168	1380	1562	1704	1406	719,3
Mediane	1493	1442	1724	1897	1985	1725	988,5
75% Percentile	2073	1586	2054	2156	2139	1969	1218
Maximum	2427	1942	2359	2519	2369	2500	1279
Moyenne	1570	1417	1720	1921	1941	1721	982,7
Ecart Type	499	277,8	366,2	337,7	284,6	421,8	252,4
Ecart Moyen	144	80,19	105,7	97,48	82,16	121,8	72,88
IC 95% Inf	1253	1240	1487	1707	1760	1453	822,3
IC 95% Sup	1887	1593	1952	2136	2122	1989	1143
p= (par rapport à DER Mesurée)		0,5834	0,4705	0,069	0,069	0,2986	0,0036

Tableau 22 : Comparaison entre DER mesurée et calculée dans groupe choc septique.

	DER Mesurée	HB	Penn State	Swinamer	Faisy	25 Kcal	Iretton Jones
n=	15	15	15	15	15	15	15
Minimum	1214	1074	1268	1445	1524	1125	598
25% Percentile	1316	1268	1571	1771	1764	1475	879
Mediane	1539	1387	1700	1883	1873	1625	1084
75% Percentile	1651	1727	1990	2195	2285	2300	1194
Maximum	2260	1911	2271	2463	2505	2650	1254
Moyenne	1546	1459	1743	1955	1977	1818	1051
Ecart Type	280,6	278,2	290,2	295,2	287	486,6	177,8
Ecart Moyen	72,46	71,83	74,94	76,23	74,11	125,6	45,92
IC 95% Inf	1390	1305	1582	1792	1818	1549	952,3
IC 95% Sup	1701	1613	1903	2119	2136	2088	1149
p= (par rapport à DER Mesurée)		0,4307	0,068	0,0005	0,0005	0,115	< 0.0001

La DER calculée selon la formule simple liée au poids (25kcal/kg/j) apparait significativement différente de la DER mesurée par CI dans les sous-groupes des patients en surpoids ou obèses. En effet la DER calculée est respectivement de 1955 kcal $\pm$ 223 et 2417 kcal $\pm$ 185 pour les IMC compris entre 25 et 30 et IMC > 30 contre 1574 kcal $\pm$ 490 (p=0.012) et 1900 kcal $\pm$ 749 (p=0.015).

La valeur de DER calculée par cette formule apparait également différente de la DER mesurée dans le sous-groupe DRA avec une DER à 1859 kcal $\pm$ 376 contre 1655 kcal $\pm$ 590 (p=0.011).

Les valeurs de DER calculées par les équations d'Harris et Benedict et de Penn State n'apparaissent pas significativement différentes des valeurs de DER mesurées par CI dans les différents sous-groupes.

4. DISCUSSION

4.1. FAISABILITE DE LA CI

Le résultat principal de notre étude montre que la CI est faisable chez 34% des patients de réanimation ventilés au moins 6 jours. Cela signifie donc qu'un tiers des patients de réanimation a pu bénéficier d'une prise en charge nutritionnelle basée sur la CI et donc sur les besoins énergétiques réels, ce qui ne semble pas négligeable. S'il avait été possible d'évaluer la proportion de patients ayant bénéficié de la CI parmi ceux qui ont eu un soutien nutritionnel prolongé et donc à plus haut risque de déficit calorique, le pourcentage aurait été probablement bien plus élevé.

Les raisons de la non-réalisation de la CI n'étaient pas notifiées dans le dossier des patients qui n'en ont pas bénéficié puisqu'il s'agit d'une étude rétrospective et que cela n'était pas prévu dans le protocole nutritionnel du service. S'il n'est donc pas possible d'établir précisément les raisons de l'absence d'utilisation de la CI, l'interrogatoire des différents réanimateurs permet toutefois de donner un aperçu. Il en ressort en premier une non-utilisation par manque de temps, mais également par oubli et une panne du calorimètre qui est survenue durant la période d'étude. La difficulté d'obtention des conditions de mesures nécessaires, principalement la stabilité hémodynamique et respiratoire ne semble pas être le facteur limitant principal puisque la CI n'était envisagée que lorsque le patient était sorti de la phase aiguë.

Bien que peu d'études se soient intéressées à la faisabilité de la CI en réanimation, les chiffres retrouvés dans la littérature sont variables, ceci s'expliquant par les différents types d'étude et de population rendant ainsi ces résultats difficilement comparables.

En effet une étude prospective menée en 2003 par Faisy et son équipe (44) mettait en évidence que 47% des patients de réanimation ventilés plus de 24h ne présentaient pas les critères requis pour réaliser des mesures calorimétriques. L'instabilité hémodynamique et respiratoire étant les facteurs limitants principaux à l'utilisation de la CI dans respectivement 24 et 10% des cas.

Dans son étude prospective multicentrique publiée en 2011, dont l'objectif était d'évaluer le lien entre la proportion de calories administrées et la mortalité, Heyland et son équipe n'ont retrouvé qu'une très faible utilisation de la CI, en effet seulement 0,5% des patients ventilés séjournant au moins 96 heures en réanimation ont pu bénéficier de la CI comme moyen de détermination de la DER. Cependant dans cette étude, le choix entre CI et équations afin de déterminer la DER semblait être laissée au libre arbitre des réanimateurs, de plus il n'était pas précisé si les 335 services de réanimation participant à l'étude possédaient bien tous un calorimètre disponible (45).

Dans son étude prospective randomisée multicentrique, Heidegger retrouvait une faisabilité de la CI de 65% (46). Un chiffre près de 2 fois supérieur au nôtre et en partie expliqué par des critères d'inclusion différents de notre étude comme l'absence du critère ventilation mécanique. De plus s'agissant là d'une étude prospective dont le protocole est basé sur la CI, cela oblige donc le réanimateur à accorder une importance particulière à son utilisation ce qui reflète moins la faisabilité de celle-ci en routine en réanimation comme c'est le cas dans notre étude.

4.2. DEFICIT CALORIQUE ET ADEQUATION BESOINS ENERGETIQUES / ENERGIE PRESCRITE ET DELIVREE.

Concernant l'impact de l'utilisation de la CI sur la gestion des prescriptions et apports énergétiques, les résultats de notre étude semblent montrer qu'elle permet d'optimiser la prise en charge nutritionnelle avec des moyennes d'adéquation besoins-prescriptions et besoins-apports très satisfaisantes puisque respectivement de 93,5% et 83,4%.

Nous avons défini comme adéquates des prescriptions et apports énergétiques compris entre 70 et 100% de la DER comme cela est recommandé dans les guidelines de l'ESPEN concernant la nutrition artificielle (43).

Dans notre étude, 53,3% des patients ont bénéficié de prescriptions adaptées à leur DER ($70\% < \text{CalP/DER} < 100\%$) et 48,9% des patients ont reçu des apports caloriques adaptés à leur DER ($70\% < \text{CalAd/DER} < 100\%$). Des résultats plutôt satisfaisants puisqu'environ la moitié des patients de réanimation ont reçu des apports caloriques correspondant à leur DER c'est à dire à leurs besoins réels.

Dans 33% des cas, malgré la mesure de DER par CI, les prescriptions caloriques étaient supérieures à leurs besoins et dans 13% des cas, les prescriptions caloriques étaient inférieures à la DER. Ces chiffres sont expliqués par l'absence de prise en compte du résultat de calorimétrie soit en raison de l'absence de la diététicienne soit par négligence et non prise en compte des prescriptions de cette dernière, puisqu'elles étaient sur un support différent du logiciel de prescription habituel.

Cette répartition entre sur et sous-prescription est modifiée pour ce qui est des apports caloriques réellement délivrés avec une augmentation des patients sous-nutris (26%) et une moindre proportion de patients sur-nutris (24,4%), cela étant expliqué par la difficulté en réanimation, à administrer réellement la quantité exacte de calories prescrites en raison des arrêts inhérents aux soins et de la tolérance digestive. En effet, plusieurs études ont mis en avant la difficulté en réanimation, à administrer réellement ce qui est nécessaire et prescrit (47)(48)(2).

Les résultats obtenus dans notre étude semblent être meilleurs que dans celles où la prise en charge nutritionnelle est basée sur une DER calculée par les équations où l'adéquation besoins-prescriptions semble plutôt être comprise entre 50 et 78%.

En effet, dans une étude publiée en 2009 par Faisy et son équipe, l'adéquation moyenne entre besoins et prescriptions était de 49,9% et entre besoins et apports délivrés 35,2% (14).

De même dans une autre étude prospective, publiée en 2001 par De Jonghe et son équipe, les moyennes d'adéquation besoins-prescriptions et besoins-apports étaient respectivement de 78 et 71% (49).

Enfin, dans une étude rétrospective publiée en 2012 par De Waele et son équipe, seuls 24,6% des patients bénéficiaient de prescriptions adaptées et 24,3% des patients recevaient des apports réellement adaptés à leurs besoins. 40% des patients avaient des prescriptions caloriques insuffisantes et 48,3 % des patients recevaient des apports caloriques insuffisants (50).

Si les résultats de notre étude concernant l'adéquation entre besoins énergétiques et énergie prescrite et délivrée sont meilleurs que ceux des études précédentes, il semblerait que ce soit en grande partie lié à l'utilisation de la CI qui permet de fixer d'emblée la cible calorique à la différence des autres études où la DER n'a été

calculée qu'a posteriori par les équations, les prescriptions n'étant donc pas basées initialement sur les besoins réels des patients.

On peut également penser que le simple fait d'utiliser la CI augmente l'attention que le réanimateur prête au soutien nutritionnel en le sensibilisant lui mais également tout le personnel soignant à la prise en charge nutritionnelle et donc améliore la qualité de celle-ci.

Nos résultats semblent se rapprocher d'autres études qui utilisaient la CI, comme l'étude prospective publiée en 2006 par Petros et son équipe (51) dans laquelle les prescriptions étaient basées sur la DER calculée par la formule de 20kcal/kg/j puis mesurée par CI à J3 et J5. La moyenne d'adéquation entre besoins et apports était de 39,1 % à J1 et 83,1 % à J6. Le résultat à J6 étant similaire à celui de notre étude. Il en est de même dans l'étude de Zusman en 2016 (7) qui retrouvait une adéquation besoins-apports de 89%, dans l'étude de Heidegger où elle était de 77% entre J4 et J8 (46), et enfin dans l'étude d'Allingstrup où elle était de 97% (52).

De plus, dans notre étude le ratio apports caloriques délivrés/apports caloriques prescrits est élevé. En effet, 89,2 % des apports prescrits sont réellement délivrés, on peut ainsi penser qu'en adaptant les prescriptions aux besoins réels mesurés par CI et donc en diminuant le risque de surnutrition, on améliore ainsi la tolérance digestive ce qui contribue à une meilleure adéquation besoins - apports.

L'étude TICACOS publiée en 2011 semble confirmer ces tendances (80). Les auteurs ont en effet comparé, dans un essai prospectif randomisé, la prise en charge nutritionnelle dans un groupe où la DER était calculée selon l'équation 25 kcal/kg/j et un groupe où la DER était déterminée par des mesures répétées de CI. Le groupe avec CI a reçu plus de calories que le groupe contrôle avec une adéquation besoins-apports de 105,5% contre 80,5%. Il en est de même dans l'étude EAT ICU publiée en 2017 (52) où l'adéquation besoins-apports était de 97% dans le groupe CI contre 64% dans le groupe standard. Ce dernier a présenté également un déficit calorique journalier moyen plus élevé puisque respectivement de 787 kcal/kg/j contre 66kcal/kg/j.

Comme l'ont montré les auteurs dans cette étude, l'utilisation de la CI semble optimiser aussi bien les apports énergétiques que limiter le déficit calorique.

Dans notre étude, le déficit calorique journalier moyen était de 266,3 kcal ce qui est plus faible que le déficit calorique d'autres études basées sur la CI. En effet dans l'étude de Dvir, il était de 460 kcal/j (8) et de 625/j dans l'étude de Villet (53). Déficits caloriques journaliers qui, bien que supérieurs au notre, semblent rester toujours inférieurs à ceux retrouvés dans les études qui n'utilisent pas la CI où ils peuvent aller jusqu'à 1300 kcal/kg/j (14).

Or plusieurs études ont montré un lien entre le déficit calorique et une augmentation de la morbi-mortalité. En effet, dans une étude rétrospective, Bartlett et son équipe avaient montré une relation directe entre déficit cumulé et mortalité (54), dans son étude, Faisy retrouvait qu'un déficit énergétique important semblait être un facteur indépendant de mortalité (14). Un déficit énergétique important est également associé à une augmentation des complications à savoir une augmentation de la durée de ventilation mécanique et de séjour ainsi qu'à une augmentation du taux d'infections nosocomiales (53) (55).

A l'origine de ce déficit calorique on retrouve dans notre étude, les interruptions d'administration de la nutrition et des défauts dans le protocole nutritionnel. Les causes d'interruption de l'alimentation que nous avons mises en évidence ici sont bien connues, on retrouve en majorité l'intolérance digestive causée probablement par l'extraction importante d'O₂ au niveau de la circulation splanchnique chez les patients en état de choc (56) (57) et par la gastro parésie qui résulte des drogues utilisées en réanimation (5)(58).

A la différence d'autres études comme celle réalisée par Faisy et son équipe (14), la 2^{ème} cause principale à l'origine du déficit calorique dans notre étude est la gestion des voies aériennes, les procédures à visées diagnostiques ou thérapeutiques souvent retrouvées dans la littérature n'arrivant qu'en 3^{ème} position (59)(57)(51)(60). Concernant les défauts de protocole à l'origine du déficit calorique, ils sont nombreux dans la littérature, il s'agit de prescriptions inadaptées mais également d'un retard dans la mise en route du protocole, surtout lors des remises en route après interruptions d'alimentation (5)(60)(61)(62)(63)(64).

Dans notre étude, nos prescriptions guidées par la CI étant globalement bien adaptées, il s'agit principalement d'un retard dans la remise en route de l'alimentation après une interruption, ce qui est intéressant car cela apparaît comme un facteur sur lequel il est possible d'agir afin de limiter le déficit calorique, à la différence d'autres facteurs non modifiables.

4.3. ÉQUATIONS PREDICTIVES

De nombreuses équations existent pour prédire la DER, dans notre étude nous avons donc comparé la DER moyenne mesurée par CI à la DER moyenne calculée par ces différentes équations multiparamétriques mais également par la formule simple liée au poids (25 kcal/kg/j). La DER calculée apparaît significativement différente de la DER mesurée et ce dans les différentes équations multiparamétriques ($p < 0.05$). Elles ont toutes tendance à la surestimer sauf dans le cas des équations d'Ireton-Jones et d'Harris et Benedict dans lesquelles la DER calculée est plus faible. Aucune des formules multiparamétriques ne semble donc performante dans sa capacité à prédire la DER réelle.

La DER calculée par la formule simple liée au poids (25 kcal/kg/j) semble par contre donner une estimation plus fiable avec une DER moyenne de 1565 kcal $\pm$ 490 kcal contre une DER mesurée par CI de 1561 $\pm$ 518kcal, avec une différence minime et non significative ($p = 0.445$).

De nombreuses études ont cherché à évaluer la fiabilité de ces différentes équations prédictives en comparant la DER calculée à la DER mesurée par CI. La plupart des études a cherché à déterminer le taux d'exactitude des équations, taux défini comme le pourcentage de patients ayant une DER calculée dont la différence avec la DER mesurée est inférieure à 10%.

Si l'exactitude de la DER calculée varie selon le type d'équation, la fiabilité de ces différentes équations reste globalement faible. En effet, elles apparaissent globalement inexactes dans leur estimation avec des taux d'exactitude moyens dépassant rarement les 50%, toutes équations confondues. Dans une revue de la littérature faite par Ndahimana et son équipe, le taux d'exactitude de ces différentes équations allait de 12% pour la formule liée au poids à 72% pour l'équation de Penn state, et dans 2/3 des cas le taux d'exactitude était inférieur à 50% (26).

Des résultats similaires à une autre revue de la littérature publiée par Walker et son équipe qui retrouvait des taux d'exactitude entre 30 et 60% pour Ireton-Jones, 50% pour Swinamer et entre 40 et 72% pour Penn state (65).

Dans l'étude de Frankfield, on observait également un taux d'exactitude maximal à 67% pour l'équation de Penn state (24).

Dans son étude, Kross évaluait la précision des équations dans la population générale ainsi que dans différents sous-groupes en fonction du sexe et du statut nutritionnel, le taux d'exactitude allait de moins de 10% chez les obèses avec un maximum à 47% pour l'équation d'Ireton-Jones chez les hommes (27).

Enfin dans une étude publiée en 2019, Zusman et son équipe évaluaient la performance des équations en comparant la différence moyenne de calories, les intervalles de confiance, la corrélation et la concordance entre les DER calculées et mesurées pour chaque équation. L'équation de Faisy montrait la plus faible différence en terme de DER moyenne, alors que l'équation d'Harris et Benedict était celle avec la meilleure corrélation (52)% (23).

On observe donc qu'aucune équation ne semble supérieure aux autres dans sa capacité à prédire la DER réelle. Les taux d'exactitude varient selon les équations, selon le type de population étudiée, et le poids utilisé. Le choix de ce dernier étant à l'origine de grandes variations dans le calcul de la DER (66).

Les différentes études ayant évalué la performance de ces équations dans différents sous-groupes de population en fonction de l'âge ou du statut nutritionnel, mettent toutes en évidence un taux d'exactitude nettement inférieur lorsqu'il s'agit de patients obèses ou âgés (24)(27)(65).

Dans notre étude, nous n'avons pas mesuré le degré d'exactitude des différentes équations mais en comparant simplement la différence de calories entre la DER moyenne mesurée et calculée par les différentes équations, il semblerait que parmi les équations multiparamétriques ce soient les équations d'Harris et Benedict et de Penn state qui se rapprochaient le plus de la DER mesurée avec les différences caloriques les plus faibles (respectivement de 124 et 163 kcal/j). L'équation pour laquelle la DER calculée semblait la plus éloignée de la DER mesurée était l'équation d'Ireton-Jones avec une différence de 535 kcal/j.

L'équation qui retrouvait la DER la plus proche de la DER mesurée était finalement la formule simple liée au poids (25kcal/kg/j) avec une différence non significative avec la DER mesurée. Elle semblerait donc être l'équation à préférer en l'absence de CI.

D'autres études retrouvent pourtant un taux d'exactitude de cette équation assez faible allant jusqu'à 12% au minimum (27)(65). Divergences expliquées par le fait que la DER moyenne (en kcal/kg/j) semble très variable selon la population. Des études utilisant la CI retrouvent en effet des DER mesurées moyennes allant de 21 à 35 kcal/kg (67)(68)(69)(70)(71).

La formule de 25 kcal/kg/j doit donc être utilisée avec prudence.

Dans notre étude, la DER mesurée moyenne était de 21,8 kcal/kg/j, ce qui est en dessous des objectifs caloriques recommandés par la SFAR après la phase aiguë, qui sont de 25 à 30 kcal/kg (42).

4.4. ANALYSE EN SOUS-GROUPE

Cette analyse en sous-groupe avait comme objectif d'identifier quels étaient les patients, selon leur statut nutritionnel ou leur motif d'hospitalisation, chez qui la prise en charge nutritionnelle semblait la plus délicate et chez qui la CI semblait donc avoir le plus d'intérêt. Pour cela nous avons comparé la DER mesurée dans les différents sous-groupes mais également la DER calculée à la DER mesurée, l'adéquation entre besoins énergétiques et énergie prescrite et délivrée et enfin le déficit calorique.

Les 6 sous-groupes classés selon le statut nutritionnel (IMC < 18, IMC entre 25 et 30, IMC > 30) et selon le motif d'hospitalisation (DRA, Choc septique et Choc CC) semblent avoir des caractéristiques comparables pour ce qui est de l'âge et du sexe. Si l'IMC diffère, de manière attendue dans les sous-groupes liés au statut nutritionnel, il apparaît également légèrement plus important dans le sous-groupe « DRA » que dans les sous-groupes Choc septique et Choc CC avec un IMC moyen à 26,1 contre respectivement 25,1 et 25.

Concernant la performance des équations multiparamétriques, si elles donnaient toutes une valeur de DER significativement différente de la DER mesurée dans l'analyse principale, dans l'analyse en sous-groupe on ne retrouve pas de différence significative entre la DER mesurée et la DER calculée par les équations d'Harris et

Benedict et de Penn state et ce, dans tous les sous-groupes. Ceci s'explique sûrement par le manque de puissance de l'analyse en sous-groupe puisqu'il s'agit des 2 équations qui présentaient dans l'analyse principale la plus faible différence avec la DER mesurée.

Concernant l'équation 25 kcal/kg/j, si elle semblait prédire la DER de manière acceptable dans la population générale, l'analyse en sous-groupe réalisée dans notre étude met en évidence que cette équation semble bien moins performante lorsqu'il s'agit de patients en surpoids ou obèse. En effet dans ces deux sous-groupes, la DER calculée apparaît significativement différente de la DER mesurée par CI.

Il est nécessaire de préciser que le poids utilisé dans notre étude était le poids réel, en effet, le poids utilisé pour les mesures de calorimétrie étant le poids réel, nous avons donc également utilisé celui-ci pour les calculs de DER avec les différentes équations par souci d'homogénéisation.

La formule 25 kcal/kg/j surestime la DER dans les sous-groupes « IMC > 30 » et « 25 < IMC < 30 » avec des différences moyennes de respectivement 517 et 381 kcal/j.

Cette surestimation de la DER calculée souligne bien l'importance du choix du poids pour estimer la DER d'un patient dont le statut nutritionnel n'est pas considéré comme « normal ».

Si nos résultats vont dans le sens des recommandations qui sont de ne pas utiliser le poids réel pour prédire la DER d'un patient obèse (42), les résultats de notre étude suggèrent également d'être vigilant quant au choix du poids pour les patients en surpoids c'est-à-dire dès que l'IMC est supérieur à 25.

Concernant les recommandations de la SFAR sur le type de poids et le type de formule prédictive à utiliser chez les patients obèses, l'accord est faible ce qui souligne donc bien l'importance d'utiliser la calorimétrie indirecte afin d'optimiser les apports nutritionnels chez cette population de patients.

Nos résultats vont également dans ce sens lorsque l'on compare les DER mesurées dans les différents sous-groupes, en effet, on note une DER plus faible dans le sous-groupe « obèse » par rapport au reste de la cohorte puisqu'elle est de 20,2 kcal/kg/j contre 22,2 kcal/kg/j avec une différence à la limite du seuil de significativité ($p=0.06$) probablement en lien avec un manque de puissance.

Concernant les patients dénutris ($IMC < 18$), la formule 25 kcal/kg/j semble toutefois rester fiable avec une différence qui n'apparaît pas significative dans notre étude et lorsque l'on s'intéresse à la DER mesurée dans ce sous-groupe, on observe qu'elle est pourtant supérieure au reste de la cohorte mais avec une différence non significative également.

Concernant les sous-groupes classés selon le motif d'hospitalisation, on n'observe pas de différence significative entre leur DER mesurée et la DER mesurée dans le reste de la cohorte.

En effet, les patients en état de choc (septique ou cardiogénique) ne semblent pas avoir une DER plus élevée que le reste des patients mais on observe par contre qu'il est plus difficile d'atteindre leur objectif calorique. En effet, leur ratio Calories administrée/DER est significativement plus faible que le reste de la population avec un ratio pour le groupe choc septique de $79,4\% \pm 22,4$ et de $68,8\% \pm 37,5$ pour le groupe choc cardiogénique contre respectivement 87,7% et 89,6% dans le reste de la population. Ceci s'explique probablement par une moins bonne tolérance digestive en lien avec l'état de choc.

Le déficit calorique journalier chez ces patients apparaît plus important que dans le reste de la cohorte sans pour autant atteindre le seuil de significativité.

Le sous-groupe des patients en surpoids présente un déficit calorique journalier significativement supérieur au reste de la cohorte ce qui ne s'explique probablement que par une fluctuation d'échantillonnage.

On retrouve dans le sous-groupe DRA un ratio calories administrées/DER plus élevé que dans la population générale ce qui est expliqué par des apports caloriques prescrits initialement supérieurs (ratio CalP/DER supérieur au reste de la cohorte) et une meilleure tolérance digestive que les patients en état de choc.

4.5. DUREE MINIMALE DE MESURE ACCEPTABLE

Le facteur temps pouvant être un facteur limitant à l'utilisation de la CI en réanimation, il semblait intéressant de chercher à déterminer la durée minimale de mesure acceptable c'est-à-dire la durée à partir de laquelle il était possible d'abrégé la mesure sans pour autant perdre en fiabilité.

Dans certaines études, les auteurs décrivaient que des durées de 5 minutes pouvaient être suffisantes pour estimer la DER des 24H à condition d'atteindre un état stable. L'obtention de cet état stable étant d'après eux, indispensable afin d'assurer une précision suffisante de la DER et donc une bonne extrapolation de la DER des 24 heures (36)(38)(39)(72)(73)(74).

La notion d'« état stable » ayant été définie comme 5 minutes consécutives pendant lesquelles les variations de VO_2 et VCO_2 étaient inférieures à un pourcentage donné (5 à 10%) (32)(33)(34)(35)(36).

Cependant, l'obtention de cet « état stable » est souvent difficile à atteindre, et selon les études il n'est obtenu que dans la moitié des cas (75)(72).

Plusieurs études ont donc cherché à évaluer chez différentes populations (volontaires sains, enfants ...), si un état stable plus bref de 3 ou 4 minutes et donc d'obtention plus facile (respectivement obtenu dans 69 et 93% des cas) pouvait conduire à des résultats similaires. Si les 2 études ne mettent pas en évidence de différence significative entre 4 et 5 minutes, les résultats sont divergents concernant les 3 minutes (39)(74).

Dans notre étude, nous avons cherché à évaluer s'il était possible d'obtenir une mesure fiable de la DER au cours d'une durée de mesure inférieure ou égale à une heure en définissant 6 intervalles de temps : les 3, 5, 15, 30, 45 et 60 premières minutes sans rechercher l'obtention de l'état stable tel que défini précédemment. La notion de stabilité était laissée à l'appréciation visuelle du réanimateur qui réalisait la séance de CI, ce qui semble avoir donné des résultats satisfaisants puisque que le coefficient de variabilité médian dans notre étude, pour chaque intervalle, était inférieur à 10%.

Nous avons retrouvé des valeurs de DER dans les différents intervalles de temps toutes fortement corrélées à la mesure de DER finale avec un résultat statistiquement significatif. Ceci s'explique probablement par la performance du calorimètre mais également par la stabilité des patients, dont le moment de réalisation de la mesure de calorimétrie a été au préalable bien choisi.

Résultat intéressant puisqu'il permettrait d'envisager des séances de CI plus courtes sans pour autant perdre en précision ce qui pourrait augmenter la faisabilité de la CI en routine en réanimation en jouant sur le facteur temps.

Un résultat qui semble aller dans le même sens que d'autres études qui avaient également évalué les intervalles de temps (37)(39). Dans son étude, Mc Clave comparait la DER mesurée dans différents intervalles de temps avec la DER des 24h et mettait en évidence qu'une durée de mesure 30minutes donnait une valeur de DER fortement corrélée avec celle des 24h en conditions de stabilité, c'est à dire avec un coefficient de variabilité (CV) < 9%.

En cas d'instabilité par contre (CV > 9%), une durée de mesure supérieure à 60minutes était nécessaire (39). La durée de mesure nécessaire semblait donc être dans son étude liée au coefficient de variabilité comme l'avait déjà suggéré Cunningham et son équipe (38).

4.6. TYPE DE CALORIMETRE

Concernant le type de calorimètre utilisé dans notre étude, le Quark RMR, il semblerait qu'il s'agisse du calorimètre le plus fiable actuellement disponible sur le marché, le Deltatrac n'étant plus commercialisé. En effet plusieurs études récentes ont évalué la fiabilité des différents moniteurs. Dans une étude réalisée en 2013 par Sundstrom qui comparait le Gold standard qui était le Deltatrac au Quark RMR et au CCM express de manière séquentielle, aucune différence significative n'était retrouvée entre les mesures de DER entre le Quark et le Deltatrac alors qu'une surestimation de 64% de la DER était retrouvée pour le CCM (76).

Dans une autre étude, GRAF et son équipe comparaient simultanément les moniteurs Quark RMR et CCM express avec le Deltatrac et ne retrouvaient pas non plus de différence significative entre le Deltatrac et le Quark alors qu'elle existait à nouveau entre le Deltatrac et le CCM. Ils émettaient toutefois une réserve sur le Quark en raison d'une différence de 441 kcal qui pourrait ne pas être négligeable en pratique clinique (77).

En 2016, Sundstrom publiait une nouvelle étude afin de comparer le Quark RMR et l'EVCox au Deltatrac mais cette fois-ci de manière simultanée et retrouvait alors une surestimation de 10% qu'il jugeait acceptable puisque similaire aux chiffres retrouvés pour l'évaluation des moniteurs hémodynamiques et bien meilleure que les estimations des équations(78).

Enfin en 2017, Allingstrup s'est intéressé à nouveau à la fiabilité du CCM express et du Quark en les comparant au moniteur Tissot et retrouvait de meilleurs résultats avec le Quark qui ne surestimait la DER que de 7% comparé au CCM qui surestimait lui la DER de 31% (79).

4.7. TYPE DE POPULATION

Les durées de ventilation mécanique et de séjour en réanimation sont élevées dans notre cohorte, en effet elles sont respectivement de 24 jours et 32 jours alors qu'elles sont respectivement de 9,9 jours et 7,7 jours pour l'intégralité des patients hospitalisés au sein de ce même service de réanimation durant l'année 2018.

De plus, le taux de mortalité en réanimation dans la cohorte apparaît également important puisqu'il est de 48% contre 19,3% pour l'année 2018 au sein de ce même service. Des données qui soulignent bien que la population de notre étude ayant pu bénéficier de mesures de CI représente les patients les plus graves.

4.8. LIMITES ET FORCES DE NOTRE ETUDE

Concernant les limites de notre étude, on souligne en premier le design de l'étude à savoir qu'il s'agit d'une étude rétrospective et mono centrique. Le risque étant essentiellement ici la fiabilité des données nutritionnelles et les potentielles données manquantes, en particulier concernant les apports caloriques réellement délivrés. En effet, ils ont été calculés à posteriori à partir des différentes interruptions d'alimentation et modifications des vitesses d'administration notifiées dans le dossier dans un document opérationnel et non spécifique comme cela est le cas dans une étude prospective.

De plus le suivi nutritionnel des patients ne débutait que lors de la première séance de CI, date qui était variable selon les patients. Le déficit calorique et l'adéquation entre besoins énergétiques et énergie prescrite et délivrée ne sont donc pas représentatifs de toute l'hospitalisation du patient. La date moyenne de début de suivi étant le 8^{ème} jour, il existe une carence de données quant au début d'hospitalisation des patients.

Ne s'agissant pas d'une étude prospective avec un protocole établi aux fins de l'étude, le protocole nutritionnel utilisé dans le service ne prévoyait pas un rythme prédéfini de séances de CI. Les patients n'ont donc pas tous eu le même nombre de mesure de CI ni aux mêmes jours d'hospitalisation.

Une autre limite importante est l'effectif limité de notre cohorte puisque 50 patients ont été inclus, ce qui est à l'origine d'un manque de puissance limitant ainsi la pertinence clinique de nos résultats et donc les conclusions quant à de potentielles modifications des pratiques cliniques.

Concernant la détermination de la mesure minimale efficace, nous avons comparé la DER mesurée à 3, 5, 15, 30, 45 et 60 minutes à la DER mesurée à la fin de chaque séance de CI et non à la DER des 24H, avec le potentiel risque que la DER mesurée finale ne soit pas une bonne estimation de la DER des 24h mais il s'agit là d'un risque inhérent à toute utilisation de la CI en réanimation.

Dans l'analyse en sous-groupe, le groupe « détresse neurologique » ne comportant qu'un seul patient ne permettait pas d'exploiter ses données.

Enfin, nous n'avons pas abordé ici l'aspect économique de la CI qui reste pourtant probablement un facteur limitant pour de nombreux services de réanimation.

Concernant les forces de notre étude, il s'agit d'une étude s'intéressant à l'utilisation de la CI en routine en réanimation ce qui est rarement le cas dans la littérature. Les dernières recommandations de l'ESPEN et de la SFAR concernant la nutrition artificielle des patients de réanimation désignent pourtant la CI comme gold standard pour la détermination de la DER et donc de la cible calorique lorsqu'elle était disponible.

Pour autant la CI reste peu utilisée en réanimation et peu d'études se sont intéressées à sa faisabilité en pratique quotidienne. En effet, les études concernant la CI sont principalement des études prospectives où le protocole de l'étude repose sur l'utilisation de la CI, avec une équipe médicale portant un intérêt tout particulier à cette dernière ce qui ne reflète pas son utilisation en routine en réanimation à la différence de notre étude qui reflète mieux la réalité et donc la réelle faisabilité de la CI.

5. CONCLUSION

Si la Calorimétrie indirecte n'est pas faisable pour l'intégralité des patients de réanimation, elle l'est dans notre étude, pour un tiers d'entre eux. Elle permet d'optimiser la prise en charge nutritionnelle et de délivrer ainsi des apports caloriques adaptés aux besoins réels comme le montre le niveau élevé d'adéquation entre les besoins énergétiques et l'énergie prescrite et réellement délivrée.

Le fait d'y avoir recours dans la pratique courante en réanimation est donc bien réalisable, d'autant plus que la perspective de pouvoir réduire le temps de mesure pourrait permettre une utilisation plus large. Les équations multiparamétriques apparaissent peu performantes dans leur capacité à prédire la DER, seule la formule liée au poids (25 kcal/kg/j) semble la prédire de manière acceptable sauf pour les populations en surpoids ou obèses.

La calorimétrie indirecte garde donc une place comme outil quotidien de gestion des patients de réanimation, et apparaît plus particulièrement indiquée pour ceux chez qui la gestion des apports caloriques semble plus difficile, à savoir les patients en surpoids ou obèses ainsi que ceux admis pour état de choc.

BIBLIOGRAPHIE

1. Sheean PM, Peterson SJ, Gurka DP, Braunschweig CA. Nutrition assessment: the reproducibility of subjective global assessment in patients requiring mechanical ventilation. *Eur J Clin Nutr.* nov 2010;64(11):1358- 64.
2. Alberda C, Gramlich L, Jones N, Jeejeebhoy K, Day AG, Dhaliwal R, et al. The relationship between nutritional intake and clinical outcomes in critically ill patients: results of an international multicenter observational study. *Intensive Care Med.* oct 2009;35(10):1728- 37.
3. Goiburu ME, Goiburu MMJ, Bianco H, Díaz JR, Alderete F, Palacios MC, et al. The impact of malnutrition on morbidity, mortality and length of hospital stay in trauma patients. *Nutr Hosp.* :7.
4. Bartlett RH, Dechert RE, Mault JR, Ferguson SK, Kaiser AM, Erlandson EE. Measurement of metabolism in multiple organ failure. *Surgery.* oct 1982;92(4):771- 9.
5. Barr J, Hecht M, Flavin KE, Khorana A, Gould MK. Outcomes in critically ill patients before and after the implementation of an evidence-based nutritional management protocol. *Chest.* avr 2004;125(4):1446- 57.
6. Garrouste-Orgeas M, Troché G, Azoulay E, Caubel A, de Lassence A, Cheval C, et al. Body mass index. An additional prognostic factor in ICU patients. *Intensive Care Med.* mars 2004;30(3):437- 43.
7. Zusman O, Theilla M, Cohen J, Kagan I, Bendavid I, Singer P. Resting energy expenditure, calorie and protein consumption in critically ill patients: a retrospective cohort study. *Crit Care Lond Engl.* 10 nov 2016;20(1):367.
8. Dvir D, Cohen J, Singer P. Computerized energy balance and complications in critically ill patients: an observational study. *Clin Nutr Edinb Scotl.* févr 2006;25(1):37- 44.
9. Kan M-N, Chang H-H, Sheu W-F, Cheng C-H, Lee B-J, Huang Y-C. Estimation of energy requirements for mechanically ventilated, critically ill patients using nutritional status. *Crit Care Lond Engl.* oct 2003;7(5):R108-115.
10. Villet S, Chiolero RL, Bollmann MD, Revely J-P, Cayeux R N M-C, Delarue J, et al. Negative impact of hypocaloric feeding and energy balance on clinical outcome in ICU patients. *Clin Nutr Edinb Scotl.* août 2005;24(4):502- 9.
11. Faisy C, Candela Llerena M, Savalle M, Mainardi J-L, Fagon J-Y. Early ICU energy deficit is a risk factor for *Staphylococcus aureus* ventilator-associated pneumonia. *Chest.* nov 2011;140(5):1254- 60.

12. Heyland DK, Stephens KE, Day AG, McClave SA. The success of enteral nutrition and ICU-acquired infections: a multicenter observational study. *Clin Nutr Edinb Scotl.* avr 2011;30(2):148- 55.
13. Artinian V, Krayem H, DiGiovine B. Effects of early enteral feeding on the outcome of critically ill mechanically ventilated medical patients. *Chest.* avr 2006;129(4):960- 7.
14. Faisy C, Lerolle N, Dachraoui F, Savard J-F, Abboud I, Tadie J-M, et al. Impact of energy deficit calculated by a predictive method on outcome in medical patients requiring prolonged acute mechanical ventilation. *Br J Nutr.* avr 2009;101(7):1079- 87.
15. Casaer MP, Mesotten D, Hermans G, Wouters PJ, Schetz M, Meyfroidt G, et al. Early versus late parenteral nutrition in critically ill adults. *N Engl J Med.* 11 août 2011;365(6):506- 17.
16. Dervan N, Dowsett J, Gleeson E, Carr S, Corish C. Evaluation of over- and underfeeding following the introduction of a protocol for weaning from parenteral to enteral nutrition in the intensive care unit. *Nutr Clin Pract Off Publ Am Soc Parenter Enter Nutr.* déc 2012;27(6):781- 7.
17. Berger MM, Pichard C. Best timing for energy provision during critical illness. *Crit Care Lond Engl.* 12 déc 2012;16(2):215.
18. Klein CJ, Stanek GS, Wiles CE. Overfeeding macronutrients to critically ill adults: metabolic complications. *J Am Diet Assoc.* juill 1998;98(7):795- 806.
19. National Heart, Lung, and Blood Institute Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) Clinical Trials Network, Rice TW, Wheeler AP, Thompson BT, Steingrub J, Hite RD, et al. Initial trophic vs full enteral feeding in patients with acute lung injury: the EDEN randomized trial. *JAMA.* 22 févr 2012;307(8):795- 803.
20. Preiser J-C, van Zanten ARH, Berger MM, Biolo G, Casaer MP, Doig GS, et al. Metabolic and nutritional support of critically ill patients: consensus and controversies. *Crit Care Lond Engl.* 29 janv 2015;19:35.
21. Lev S, Cohen J, Singer P. Indirect calorimetry measurements in the ventilated critically ill patient: facts and controversies--the heat is on. *Crit Care Clin.* oct 2010;26(4):e1-9.
22. Weissman C, Kemper M, Damask MC, Askanazi J, Hyman AI, Kinney JM. Effect of routine intensive care interactions on metabolic rate. *Chest.* déc 1984;86(6):815- 8.
23. Zusman O, Kagan I, Bendavid I, Theilla M, Cohen J, Singer P. Predictive equations versus measured energy expenditure by indirect calorimetry: A retrospective validation. *Clin Nutr Edinb Scotl.* 2019;38(3):1206- 10.

24. Frankenfield DC, Coleman A, Alam S, Cooney RN. Analysis of estimation methods for resting metabolic rate in critically ill adults. JPEN J Parenter Enteral Nutr. févr 2009;33(1):27- 36.
25. Tatucu-Babet OA, Ridley EJ, Tierney AC. Prevalence of Underprescription or Overprescription of Energy Needs in Critically Ill Mechanically Ventilated Adults as Determined by Indirect Calorimetry: A Systematic Literature Review. JPEN J Parenter Enteral Nutr. févr 2016;40(2):212- 25.
26. Ndahimana D, Kim E-K. Energy Requirements in Critically Ill Patients. Clin Nutr Res. avr 2018;7(2):81- 90.
27. Kross EK, Sena M, Schmidt K, Stapleton RD. A comparison of predictive equations of energy expenditure and measured energy expenditure in critically ill patients. J Crit Care. juin 2012;27(3):321.e5-12.
28. Schoeller DA. Making indirect calorimetry a gold standard for predicting energy requirements for institutionalized patients. J Am Diet Assoc. mars 2007;107(3):390- 2.
29. Wells JC, Fuller NJ. Precision and accuracy in a metabolic monitor for indirect calorimetry. Eur J Clin Nutr. juill 1998;52(7):536- 40.
30. Ultman JS, Bursztein S. Analysis of error in the determination of respiratory gas exchange at varying FIO₂. J Appl Physiol. janv 1981;50(1):210- 6.
31. Vermeij CG, Feenstra BW, van Lanschot JJ, Bruining HA. Day-to-day variability of energy expenditure in critically ill surgical patients. Crit Care Med. juill 1989;17(7):623- 6.
32. Feurer I, Mullen JL. Bedside measurement of resting energy expenditure and respiratory quotient via indirect calorimetry. Nutr Clin Pract Off Publ Am Soc Parenter Enter Nutr USA [Internet]. 1986 [cité 20 févr 2020]; Disponible sur: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US8720089>
33. Feurer ID, Crosby LO, Mullen JL. Measured and predicted resting energy expenditure in clinically stable patients. Clin Nutr. 1 mai 1984;3(1):27- 34.
34. Mullen JL. Indirect calorimetry in critical care. Proc Nutr Soc. août 1991;50(2):239- 44.
35. Matarese LE. Indirect calorimetry: technical aspects. J Am Diet Assoc. oct 1997;97(10 Suppl 2):S154-160.
36. Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L, Evidence Analysis Working Group. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. J Am Diet Assoc. juin 2006;106(6):881- 903.

37. Smyrniotis NA, Curley FJ, Shaker KG. Accuracy of 30-minute indirect calorimetry studies in predicting 24-hour energy expenditure in mechanically ventilated, critically ill patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* juin 1997;21(3):168- 74.
38. Cunningham KF, Aeberhardt LE, Wiggs BR, Phang PT. Appropriate interpretation of indirect calorimetry for determining energy expenditure of patients in intensive care units. *Am J Surg.* mai 1994;167(5):547- 9.
39. McClave SA, Spain DA, Skolnick JL, Lowen CC, Kieker MJ, Wickerham PS, et al. Achievement of steady state optimizes results when performing indirect calorimetry. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* févr 2003;27(1):16- 20.
40. Singer P, Berger MM, Van den Berghe G, Biolo G, Calder P, Forbes A, et al. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: intensive care. *Clin Nutr Edinb Scotl.* août 2009;28(4):387- 400.
41. McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, et al. Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* févr 2016;40(2):159- 211.
42. Lefrant J-Y, Hurel D, Cano NJ, Ichai C, Preiser J-C, Tamion F, et al. [Guidelines for nutrition support in critically ill patient]. *Ann Fr Anesth Reanim.* mars 2014;33(3):202- 18.
43. Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr Edinb Scotl.* 2019;38(1):48- 79.
44. Faisy C, Guerot E, Diehl J-L, Labrousse J, Fagon J-Y. Assessment of resting energy expenditure in mechanically ventilated patients. *Am J Clin Nutr.* août 2003;78(2):241- 9.
45. Heyland DK, Cahill N, Day AG. Optimal amount of calories for critically ill patients: depends on how you slice the cake! *Crit Care Med.* déc 2011;39(12):2619- 26.
46. Heidegger CP, Berger MM, Graf S, Zingg W, Darmon P, Costanza MC, et al. Optimisation of energy provision with supplemental parenteral nutrition in critically ill patients: a randomised controlled clinical trial. *Lancet Lond Engl.* 2 févr 2013;381(9864):385- 93.
47. Harvey SE, Parrott F, Harrison DA, Bear DE, Segaran E, Beale R, et al. Trial of the route of early nutritional support in critically ill adults. *N Engl J Med.* 30 oct 2014;371(18):1673- 84.

48. Elke G, Wang M, Weiler N, Day AG, Heyland DK. Close to recommended caloric and protein intake by enteral nutrition is associated with better clinical outcome of critically ill septic patients: secondary analysis of a large international nutrition database. *Crit Care Lond Engl*. 10 févr 2014;18(1):R29.
49. De Jonghe B, Appere-De-Vechi C, Fournier M, Tran B, Merrer J, Melchior JC, et al. A prospective survey of nutritional support practices in intensive care unit patients: what is prescribed? What is delivered? *Crit Care Med*. janv 2001;29(1):8- 12.
50. De Waele E, Spapen H, Honoré PM, Mattens S, Rose T, Huyghens L. Bedside calculation of energy expenditure does not guarantee adequate caloric prescription in long-term mechanically ventilated critically ill patients: a quality control study. *ScientificWorldJournal*. 2012;2012:909564.
51. Petros S, Engelmann L. Enteral nutrition delivery and energy expenditure in medical intensive care patients. *Clin Nutr Edinb Scotl*. févr 2006;25(1):51- 9.
52. Allingstrup MJ, Kondrup J, Wiis J, Claudius C, Pedersen UG, Hein-Rasmussen R, et al. Early goal-directed nutrition versus standard of care in adult intensive care patients: the single-centre, randomised, outcome assessor-blinded EAT-ICU trial. *Intensive Care Med*. nov 2017;43(11):1637- 47.
53. Villet S, Chiolero RL, Bollmann MD, Revelly J-P, Cayeux R N M-C, Delarue J, et al. Negative impact of hypocaloric feeding and energy balance on clinical outcome in ICU patients. *Clin Nutr Edinb Scotl*. août 2005;24(4):502- 9.
54. Bartlett RH, Dechert RE, Mault JR, Ferguson SK, Kaiser AM, Erlandson EE. Measurement of metabolism in multiple organ failure. *Surgery*. oct 1982;92(4):771- 9.
55. Robinson L, Diette GB, Song X, Brower RG, Krishnan JA. Low caloric intake is associated with nosocomial bloodstream infections in patients in the medical intensive care unit. *Crit Care Med*. févr 2004;32(2):350- 7.
56. Berger MM, Chioléro RL, Pannatier A, Cayeux MC, Tappy L. A 10-year survey of nutritional support in a surgical ICU: 1986-1995. *Nutr Burbank Los Angel Cty Calif*. oct 1997;13(10):870- 7.
57. Berger MM, Revelly J-P, Cayeux M-C, Chiolero RL. Enteral nutrition in critically ill patients with severe hemodynamic failure after cardiopulmonary bypass. *Clin Nutr Edinb Scotl*. févr 2005;24(1):124- 32.
58. Ravasco P, Camilo ME. Tube feeding in mechanically ventilated critically ill patients: a prospective clinical audit. *Nutr Clin Pract Off Publ Am Soc Parenter Enter Nutr*. oct 2003;18(5):427- 33.

59. Rice TW, Swope T, Bozeman S, Wheeler AP. Variation in enteral nutrition delivery in mechanically ventilated patients. *Nutr Burbank Los Angel Cty Calif.* août 2005;21(7- 8):786- 92.
60. Kyle UG, Genton L, Heidegger CP, Maisonneuve N, Karsegard VL, Huber O, et al. Hospitalized mechanically ventilated patients are at higher risk of enteral underfeeding than non-ventilated patients. *Clin Nutr Edinb Scotl.* oct 2006;25(5):727- 35.
61. Reid C. Frequency of under- and overfeeding in mechanically ventilated ICU patients: causes and possible consequences. *J Hum Nutr Diet Off J Br Diet Assoc.* févr 2006;19(1):13- 22.
62. O'Leary-Kelley CM, Puntillo KA, Barr J, Stotts N, Douglas MK. Nutritional adequacy in patients receiving mechanical ventilation who are fed enterally. *Am J Crit Care Off Publ Am Assoc Crit-Care Nurses.* mai 2005;14(3):222- 31.
63. Lassnigg A, Donner E, Grubhofer G, Prestler E, Druml W, Hiesmayr M. Lack of renoprotective effects of dopamine and furosemide during cardiac surgery. *J Am Soc Nephrol JASN.* janv 2000;11(1):97- 104.
64. Marshall AP, West SH. Enteral feeding in the critically ill: are nursing practices contributing to hypocaloric feeding? *Intensive Crit Care Nurs.* avr 2006;22(2):95- 105.
65. Walker RN, Heuberger RA. Predictive equations for energy needs for the critically ill. *Respir Care.* avr 2009;54(4):509- 21.
66. Graf S, Pichard C, Genton L, Oshima T, Heidegger CP. Energy expenditure in mechanically ventilated patients: The weight of body weight! *Clin Nutr Edinb Scotl.* 2017;36(1):224- 8.
67. McCarthy MS. Use of indirect calorimetry to optimize nutrition support and assess physiologic dead space in the mechanically ventilated ICU patient: a case study approach. *AACN Clin Issues.* nov 2000;11(4):619- 30.
68. Ireton-Jones CS, Turner WW, Liepa GU, Baxter CR. Equations for the estimation of energy expenditures in patients with burns with special reference to ventilatory status. *J Burn Care Rehabil.* juin 1992;13(3):330- 3.
69. Cheng C-H, Chen C-H, Wong Y, Lee B-J, Kan M-N, Huang Y-C. Measured versus estimated energy expenditure in mechanically ventilated critically ill patients. *Clin Nutr Edinb Scotl.* avr 2002;21(2):165- 72.
70. Campbell CG, Zander E, Thorland W. Predicted vs measured energy expenditure in critically ill, underweight patients. *Nutr Clin Pract Off Publ Am Soc Parenter Enter Nutr.* avr 2005;20(2):276- 80.
71. Mechanick JI, Brett EM. Nutrition support of the chronically critically ill patient. *Crit Care Clin.* juill 2002;18(3):597- 618.

72. Reeves MM, Davies PSW, Bauer J, Battistutta D. Reducing the time period of steady state does not affect the accuracy of energy expenditure measurements by indirect calorimetry. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. juill 2004;97(1):130- 4.
73. Borges JH, Guerra-Júnior G, Gonçalves EM. Methods for data analysis of resting energy expenditure measured using indirect calorimetry. *Nutr Burbank Los Angel Cty Calif*. 2019;59:44- 9.
74. Borges JH, Langer RD, Cirolini VX, Páscoa MA, Guerra-Júnior G, Gonçalves EM. Minimum Time to Achieve the Steady State and Optimum Abbreviated Period to Estimate the Resting Energy Expenditure by Indirect Calorimetry in Healthy Young Adults. *Nutr Clin Pract Off Publ Am Soc Parenter Enter Nutr*. juin 2016;31(3):349- 54.
75. Smallwood CD, Mehta NM. Accuracy of abbreviated indirect calorimetry protocols for energy expenditure measurement in critically ill children. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. nov 2012;36(6):693- 9.
76. Sundström M, Tjäder I, Rooyackers O, Wernerman J. Indirect calorimetry in mechanically ventilated patients. A systematic comparison of three instruments. *Clin Nutr Edinb Scotl*. févr 2013;32(1):118- 21.
77. Graf S, Karsegard VL, Viatte V, Heidegger CP, Fleury Y, Pichard C, et al. Evaluation of three indirect calorimetry devices in mechanically ventilated patients: which device compares best with the Deltatrac II(®)? A prospective observational study. *Clin Nutr Edinb Scotl*. févr 2015;34(1):60- 5.
78. Rehal MS, Fiskaare E, Tjäder I, Norberg Å, Rooyackers O, Wernerman J. Measuring energy expenditure in the intensive care unit: a comparison of indirect calorimetry by E-sCOVX and Quark RMR with Deltatrac II in mechanically ventilated critically ill patients. *Crit Care [Internet]*. 2016 [cité 21 févr 2020];20. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4782362/>
79. Allingstrup MJ, Kondrup J, Perner A, Christensen PL, Jensen TH, Henneberg SW. Indirect Calorimetry in Mechanically Ventilated Patients: A Prospective, Randomized, Clinical Validation of 2 Devices Against a Gold Standard. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2017;41(8):1272- 7.
80. Singer P, Anbar R, Cohen J, Shapiro H, Shalita-Chesner M, Lev S, et al. The tight calorie control study (TICACOS): a prospective, randomized, controlled pilot study of nutritional support in critically ill. *Intensive Care Med* 2011; 37:601e9

ANNEXES

Annexe 1. Données issues d'une mesure de Calorimétrie indirecte avec le logiciel OMNIA.

@ 15:15

ICU (DER ICU)

Information Test

Heure du test: 15:15	Prise quotidienne (kcal): -	Sédation: N/A
Durée du test: 01:10:07	T Corps (°C): -	Sévérité: N/A
Durée DER Moyenne: 01:10:07	Durée du jeûne: N/A	Mode ventilatoire: Non disponible
DEA (kcal/day): -	Période de repos: N/A	Position Test: Couché
AU (g/day): -	Agitation: N/A	Motif du test: Aucun

DER kcal/day

1520

Lent 1297 Normal 1719 Jeûne

Interprétation:

☐ Rapport confirmé

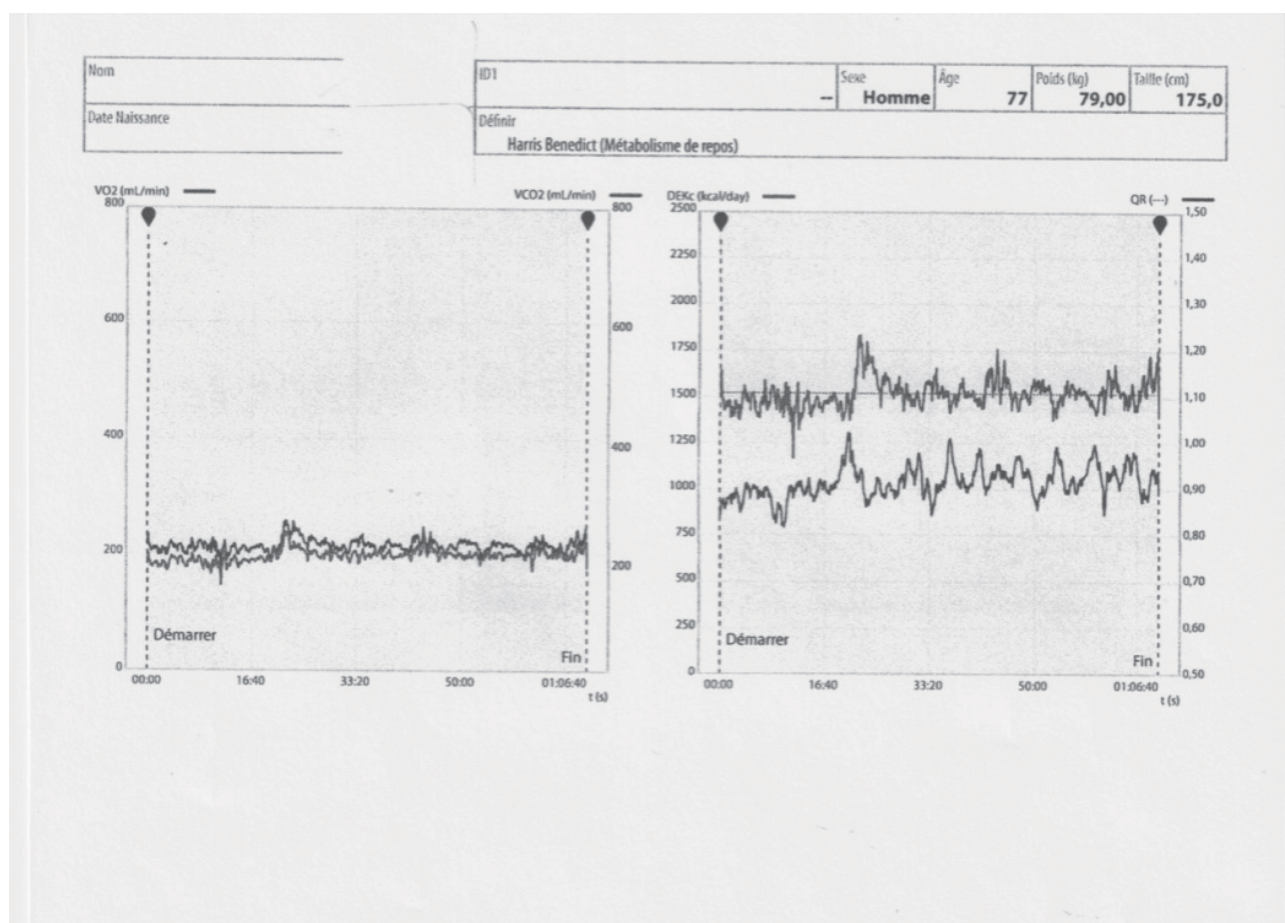
Métabolique	Mesure	Préd.	% CV	Niveau
DER	kcal/day	1520	1508	5,3
QR	---	0,92	0,85	3,8
V02	mL/min	215	276	5,4
VC02	mL/min	197	235	5,7

Ventilatoire	Mesure	% CV
VE	L/min	7,6 6
FR	l/min	16,2 6,9
FeO2	%	28,04 1,4
FeCO2	%	3,52 1,8
FiO2	%	31,69 1,3

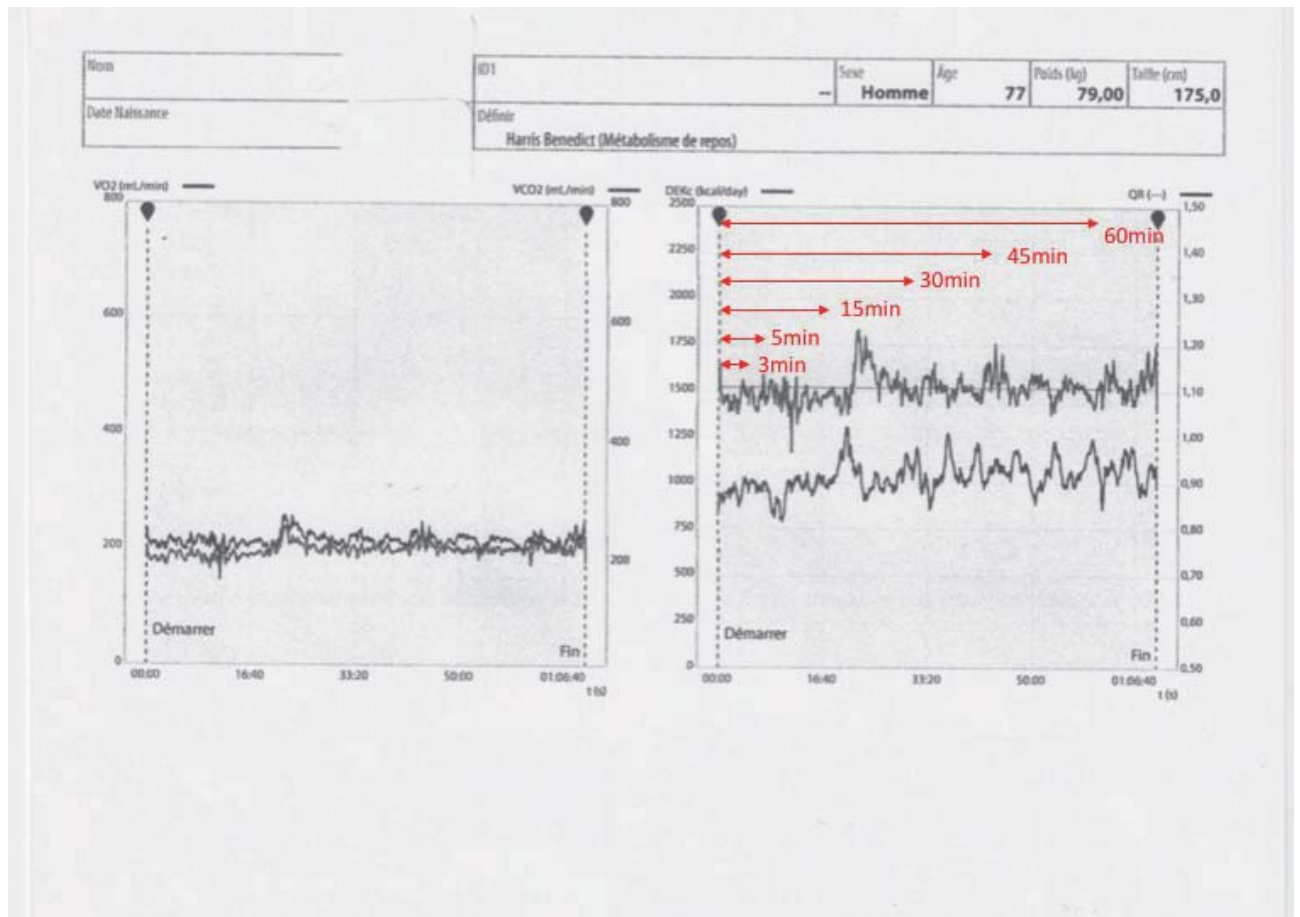
Substrats	Mesure
LIP%	% 28,7
CHO%	% 71,3
PRO%	% 0,0

Signature: _____

Annexe 2 : Courbes issues d'une mesure de Calorimétrie indirecte avec le logiciel OMNIA.



Annexe 3 : Intervalles de temps.



LISTE DES ABREVIATIONS

CalP/DER :	Ratio calories prescrites / dépense énergétique de repos
CalAd/DER :	Ratio calories administrées / dépense énergétique de repos
CC :	Cardio-circulatoire
CI :	Calorimétrie indirecte
DE :	Dépense énergétique
DER :	Dépense énergétique de repos
DMMA :	Durée minimale de mesure acceptable
DRA :	Détresse respiratoire aigue
EqO ₂ :	Equivalent calorique de l'oxygène
ESPEN :	European Society for Clinical Nutrition and Metabolism
IMC :	Indice de masse corporelle.
NE:	Nutrition entérale
NPE :	Nutrition parentérale
QR :	Quotient respiratoire
SFAR :	Société française d'Anesthésie-Réanimation
SNG :	Sonde naso-gastrique

SERMENT D'HIPPOCRATE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

RESUME

Introduction : La quantité de calories à administrer aux patients de réanimation demeure toujours un sujet de controverse. Afin de limiter les complications dues à une insuffisance ou un excès d'apports caloriques, l'évaluation nutritionnelle doit passer par une estimation de la dépense énergétique de repos afin d'adapter les apports en fonction des dépenses réelles. La méthode de mesure recommandée est la calorimétrie indirecte mais elle semble peu utilisée en pratique quotidienne en réanimation. L'objectif de notre étude est donc d'évaluer la faisabilité de la calorimétrie indirecte en routine en réanimation et d'évaluer différents aspects de la prise en charge nutritionnelle lorsque celle-ci est basée sur la mesure de la dépense énergétique de repos.

Matériels et méthodes : Nous avons réalisé une étude de cohorte rétrospective, monocentrique, incluant tous les patients âgés de plus de 18 ans hospitalisés dans un service de réanimation polyvalente pendant un an, qui avaient bénéficié d'un support ventilatoire mécanique pendant au moins 6 jours et d'au moins une mesure de calorimétrie indirecte après la phase aiguë. Le suivi nutritionnel durait de la première mesure de calorimétrie indirecte à la sortie de réanimation, la reprise d'une alimentation orale exclusive ou le décès. Nous avons évalué la faisabilité de la calorimétrie indirecte, l'adéquation entre les besoins énergétiques et l'énergie prescrite et réellement délivrée et le déficit calorique journalier lorsque les apports caloriques étaient basés sur la mesure de Dépense énergétique de repos (DER). Nous avons également évalué la fiabilité des équations prédictives en comparant la DER mesurée à la DER calculée et cherché à déterminer la durée minimale de mesure acceptable en évaluant la corrélation entre la DER finale et la DER mesurée dans différents intervalles de temps. Enfin, nous avons réalisé une analyse en sous-groupes afin de déterminer quels étaient les patients, en fonction de leur statut nutritionnel ou de leur motif d'hospitalisation, chez qui la calorimétrie indirecte semblait être la plus indiquée.

Résultats : Nous avons inclus 50 patients entre décembre 2017 et novembre 2018 qui avaient pu bénéficier d'au moins une mesure de calorimétrie indirecte. Parmi eux, 5 avaient été exclus pour mesure de calorimétrie non interprétable. Il s'agissait dans 75% des cas d'hommes, la moyenne d'âge était de 69,2 ans et le motif d'admission principal était la détresse respiratoire aiguë. La DER mesurée moyenne était de 21.8 kcal/kg/j. Au total, 45 patients avaient pu bénéficier d'un soutien nutritionnel basé sur la calorimétrie indirecte sur un total de 135 patients ventilés au moins 6 jours, soit une faisabilité de 34%. Les moyennes d'adéquation entre besoins énergétiques et énergie prescrite et délivrée étaient respectivement de 93,5% et 83,4%. 53% des patients ont bénéficié de prescriptions adaptées et 49% ont reçu des apports caloriques adaptés. Les DER calculées par les différentes équations multiparamétriques apparaissaient toutes significativement différentes de la DER mesurée ($p < 0.05$), seule la formule 25 kcal/kg/j ne montrait pas de différence significative ($p = 0.44$). Le déficit calorique journalier moyen était de 266,3 kcal/kg/j. Les valeurs de DER mesurée dans les différents intervalles de temps à 3, 5, 15, 30, 45 et 60 minutes apparaissaient toutes fortement corrélées à la valeur de DER finale ($p < 0.001$) avec des coefficients de variabilité inférieurs à 10%. L'analyse en sous-groupe mettait en évidence des niveaux d'adéquation entre besoins énergétiques et énergie délivrée significativement plus bas chez les patients en choc septique et en défaillance cardio-circulatoire par rapport au reste de la cohorte, respectivement de 79.4% ($p = 0.04$) et 68.8% ($p = 0.01$) avec un déficit calorique ayant tendance à être supérieur aux autres ($p > 0.05$). Les patients obèses présentaient une DER mesurée à 19,6 kcal/kg/j donc significativement plus faible que le reste des patients. Enfin, la formule 25 kcal/kg/j apparaissait significativement différente de la DER mesurée chez les patients en surpoids ou obèses ($p = 0.01$).

Conclusion : Si la Calorimétrie indirecte n'est pas réalisable chez l'intégralité des patients de réanimation, elle est faisable ici dans 1/3 des cas. Elle permet de délivrer des apports caloriques adaptés aux besoins réels comme le montre le niveau élevé d'adéquation entre les besoins énergétiques et l'énergie prescrite et réellement délivrée. La perspective de pouvoir réduire le temps de mesure pourrait permettre une utilisation plus large de la calorimétrie indirecte. Les équations multi-paramétriques ne semblent pas performantes pour prédire la DER mesurée, seule la formule 25 kcal/kg/j semble acceptable. La calorimétrie indirecte garde donc une place comme outil quotidien de gestion des patients de réanimation en particulier ceux en surpoids ou obèses et ceux admis pour états de choc.

Mots-clés : Apports énergétiques. Calorimétrie indirecte. Réanimation.