



HAL
open science

Évaluation, par simulation, de l'utilisation d'une check-list sur la prise en charge d'une situation d'urgence au bloc opératoire : exemple de l'hyperthermie maligne

Jean-Baptiste Hardy

► **To cite this version:**

Jean-Baptiste Hardy. Évaluation, par simulation, de l'utilisation d'une check-list sur la prise en charge d'une situation d'urgence au bloc opératoire : exemple de l'hyperthermie maligne. Médecine humaine et pathologie. 2014. dumas-01076087

HAL Id: dumas-01076087

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01076087v1>

Submitted on 21 Oct 2014

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

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

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE ROUEN

ANNEE 2014

N°

**THESE POUR LE
DOCTORAT EN MEDECINE**

(Diplôme d'Etat)

PAR

HARDY, Jean-Baptiste

NE LE 7 MARS 1985 A POITIERS

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 13 OCTOBRE 2014

**EVALUATION, PAR SIMULATION, DE
L'UTILISATION D'UNE *CHECK-LIST* SUR LA
PRISE EN CHARGE D'UNE SITUATION
D'URGENCE AU BLOC OPERATOIRE :
EXEMPLE DE L'HYPERTHERMIE MALIGNNE**

PRESIDENT DU JURY : Monsieur le Professeur Bertrand DUREUIL

DIRECTEUR DE THESE : Monsieur le Docteur Antoine GOUIN

MEMBRES DU JURY : Monsieur le Professeur Vincent COMPERE
Monsieur le Professeur Benoît VEBER
Monsieur le Docteur Cédric DAMM

Année Universitaire 2013 – 2014

U.F.R DE MEDECINE – PHARMACIE DE ROUEN

ANNEE UNIVERSITAIRE 2013 – 2014
U.F.R. DE MEDECINE-PHARMACIE DE ROUEN

DOYEN : **Professeur Pierre FREGER**

ASSESEURS : **Professeur Michel GUERBET**
Professeur Benoit VEBER
Professeur Pascal JOLY

DOYENS HONORAIRES : **Professeurs J. BORDE - Ph. LAURET - H. PIGUET – C. THUILLEZ**

PROFESSEURS HONORAIRES : **MM. M-P AUGUSTIN - J. ANDRIEU-GUITRANCOURT - M.BENOZIO-
J.BORDE - Ph. BRASSEUR - R. COLIN - E. COMOY - J. DALION -. DESHAYES -
C. FESSARD – J.P. FILLASTRE - P.FRIGOT -J. GARNIER - J. HEMET - B.
HILLEMAND - G. HUMBERT - J.M. JOUANY - R. LAUMONIER – Ph. LAURET -
M. LE FUR – J.P. LEMERCIER - J.P LEMOINE - M^{le} MAGARD - MM. B.
MAITROT - M. MAISONNET - F. MATRAY - P.MITROFANOFF - Mme A. M.
ORECCHIONI - P. PASQUIS - H.PIGUET - M.SAMSON – Mme SAMSON-
DOLLFUS – J.C. SCHRUB - R.SOYER - B.TARDIF -.TESTART - J.M. THOMINE –
C. THUILLEZ - P.TRON - C.WINCKLER - L.M.WOLF**

I - MEDECINE

PROFESSEURS

M. Frédéric ANSELME	HCN	Cardiologie
Mme Isabelle AUQUIT AUCKBUR	HCN	Chirurgie Plastique
M. Bruno BACHY (Surnombre)	HCN	Chirurgie pédiatrique
M. Fabrice BAUER	HCN	Cardiologie
Mme Soumeya BEKRI	HCN	Biochimie et Biologie Moléculaire
M. Jacques BENICHOU	HCN	Biostatistiques et informatique médicale
M. Jean-Paul BESSOU	HCN	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
Mme Françoise BEURET-BLANQUART (Surnombre)	CRMPR	Médecine physique et de réadaptation
M. Guy BONMARCHAND	HCN	Réanimation médicale
M. Olivier BOYER	UFR	Immunologie
M. Jean-François CAILLARD (Surnombre)	HCN	Médecine et santé au Travail
M. François CARON	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
M. Philippe CHASSAGNE	HB	Médecine interne (Gériatrie)
M. Vincent COMPERE	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
M. Antoine CUVELIER	HB	Pneumologie
M. Pierre CZERNICHOW	HCH	Epidémiologie, économie de la santé
M. Jean - Nicolas DACHER	HCN	Radiologie et Imagerie Médicale
M. Stéfan DARMONI	HCN	Informatique Médicale/Techniques de communication
M. Pierre DECHELOTTE	HCN	Nutrition

Mme Danièle DEHESDIN (Surnombre)	HCN	Oto-Rhino-Laryngologie
M. Jean DOUCET	HB	Thérapeutique/Médecine – Interne - Gériatrie.
M. Bernard DUBRAY	CB	Radiothérapie
M. Philippe DUCROTTE	HCN	Hépatologie – Gastro - Entérologie
M. Frank DUJARDIN	HCN	Chirurgie Orthopédique - Traumatologique
M. Fabrice DUPARC	HCN	Anatomie - Chirurgie Orthopédique et Traumatologique
M. Bertrand DUREUIL	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mme Hélène ELTCHANINOFF	HCN	Cardiologie
M. Thierry FREBOURG	UFR	Génétique
M. Pierre FREGER	HCN	Anatomie/Neurochirurgie
M. Jean François GEHANNO	HCN	Médecine et Santé au Travail
M. Emmanuel GERARDIN	HCN	Imagerie Médicale
Mme Priscille GERARDIN	HCN	Pédopsychiatrie
M. Michel GODIN	HB	Néphrologie
M. Guillaume GOURCEROL	HCN	Physiologie
M. Philippe GRISE	HCN	Urologie
M. Didier HANNEQUIN	HCN	Neurologie
M. Fabrice JARDIN	CB	Hématologie
M. Luc-Marie JOLY	HCN	Médecine d'urgence
M. Pascal JOLY	HCN	Dermato - vénéréologie
M. Jean-Marc KUHN	HB	Endocrinologie et maladies métaboliques
Mme Annie LAQUERRIERE	HCN	Anatomie cytologie pathologiques
M. Vincent LAUDENBACH	HCN	Anesthésie et réanimation chirurgicale
M. Joël LECHEVALLIER	HCN	Chirurgie infantile
M. Hervé LEFEBVRE	HB	Endocrinologie et maladies métaboliques
M. Thierry LEQUERRE	HB	Rhumatologie
M. Eric LEREBOURS	HCN	Nutrition
Mme Anne-Marie LEROI	HCN	Physiologie
M. Hervé LEVESQUE	HB	Médecine interne
Mme Agnès LIARD-ZMUDA	HCN	Chirurgie Infantile
M. Pierre Yves LITZLER	HCN	Chirurgie Cardiaque
M. Bertrand MACE	HCN	Histologie, embryologie, cytogénétique
M. David MALTETE	HCN	Neurologie
M. Christophe MARGUET	HCN	Pédiatrie
Mme Isabelle MARIE	HB	Médecine Interne
M. Jean-Paul MARIE	HCN	ORL
M. Loïc MARPEAU	HCN	Gynécologie - obstétrique
M. Stéphane MARRET	HCN	Pédiatrie
Mme Véronique MERLE	HCN	Epidémiologie
M. Pierre MICHEL	HCN	Hépatologie - Gastro - Entérologie
M. Francis MICHOT	HCN	Chirurgie digestive
M. Bruno MIHOUT (Surnombre)	HCN	Neurologie
M. Jean-François MUIR	HB	Pneumologie

M. Marc MURAINÉ	HCN	Ophthalmologie
M. Philippe MUSETTE	HCN	Dermatologie - Vénérologie
M. Christophe PEILLON	HCN	Chirurgie générale
M. Jean-Marc PERON	HCN	Stomatologie et chirurgie maxillo-faciale
M. Christian PFISTER	HCN	Urologie
M. Jean-Christophe PLANTIER	HCN	Bactériologie - Virologie
M. Didier PLISSONNIER	HCN	Chirurgie vasculaire
M. Bernard PROUST	HCN	Médecine légale
M. François PROUST	HCN	Neurochirurgie
Mme Nathalie RIVES	HCN	Biologie et méd. du dével. et de la reprod.
M. Jean-Christophe RICHARD (<i>Mise en dispo</i>)	HCN	Réanimation Médicale, Médecine d'urgence
M. Horace ROMAN	HCN	Gynécologie Obstétrique
M. Jean-Christophe SABOURIN	HCN	Anatomie – Pathologie
M. Guillaume SAVOYE	HCN	Hépatologie – Gastro
Mme Céline SAVOYE – COLLET	HCN	Imagerie Médicale
Mme Pascale SCHNEIDER	HCN	Pédiatrie
M. Michel SCOTTE	HCN	Chirurgie digestive
Mme Fabienne TAMION	HCN	Thérapeutique
Mme Florence THIBAUT	HCN	Psychiatrie d'adultes
M. Luc THIBERVILLE	HCN	Pneumologie
M. Christian THUILLEZ	HB	Pharmacologie
M. Hervé TILLY	CB	Hématologie et transfusion
M. François TRON (<i>Surnombre</i>)	UFR	Immunologie
M. Jean-Jacques TUECH	HCN	Chirurgie digestive
M. Jean-Pierre VANNIER	HCN	Pédiatrie génétique
M. Benoît VEBER	HCN	Anesthésiologie Réanimation chirurgicale
M. Pierre VERA	C.B	Biophysique et traitement de l'image
M. Eric VERIN	CRMPR	Médecine physique et de réadaptation
M. Eric VERSPYCK	HCN	Gynécologie obstétrique
M. Olivier VITTECOQ	HB	Rhumatologie
M. Jacques WEBER	HCN	Physiologie

MAITRES DE CONFERENCES

Mme Noëlle BARBIER-FREBOURG	HCN	Bactériologie – Virologie
M. Jeremy BELLIEN	HCN	Pharmacologie
Mme Carole BRASSE LAGNEL	HCN	Biochimie
M. Gérard BUCHONNET	HCN	Hématologie
Mme Mireille CASTANET	HCN	Pédiatrie
Mme Nathalie CHASTAN	HCN	Physiologie
Mme Sophie CLAEYSSENS	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
M. Moïse COEFFIER	HCN	Nutrition
M. Stéphane DERREY	HCN	Neurochirurgie

M. Eric DURAND	HCN	Cardiologie
M. Manuel ETIENNE	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
M. Serge JACQUOT	UFR	Immunologie
M. Joël LADNER	HCN	Epidémiologie, économie de la santé
M. Jean-Baptiste LATOUCHE	UFR	Biologie Cellulaire
M. Thomas MOUREZ	HCN	Bactériologie
M. Jean-François MENARD	HCN	Biophysique
Mme Muriel QUILLARD	HCN	Biochimie et Biologie moléculaire
M. Vincent RICHARD	UFR	Pharmacologie
M. Francis ROUSSEL	HCN	Histologie, embryologie, cytogénétique
Mme Pascale SAUGIER-VEBER	HCN	Génétique
Mme Anne-Claire TOBENAS-DUJARDIN	HCN	Anatomie
M. Pierre Hugues VIVIER	HCN	Imagerie Médicale

PROFESSEUR AGREGE OU CERTIFIE

Mme Dominique LANIEZ	UFR	Anglais
Mme Cristina BADULESCU	UFR	Communication

II - PHARMACIE

PROFESSEURS

M. Thierry BESSON	Chimie Thérapeutique
M. Jean-Jacques BONNET	Pharmacologie
M. Roland CAPRON (PU-PH)	Biophysique
M. Jean COSTENTIN (Professeur émérite)	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
M. Loïc FAVENNEC (PU-PH)	Parasitologie
M. Jean Pierre GOULLE	Toxicologie
M. Michel GUERBET	Toxicologie
M. Olivier LAFONT	Chimie organique
Mme Isabelle LEROUX	Physiologie
M. Paul MULDER	Sciences du médicament
Mme Martine PESTEL-CARON (PU-PH)	Microbiologie
Mme Elisabeth SEGUIN	Pharmacognosie
M. Rémi VARIN (PU-PH)	Pharmacie Hospitalière
M Jean-Marie VAUGEOIS	Pharmacologie
M. Philippe VERITE	Chimie analytique

MAITRES DE CONFERENCES

Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et Minérale
Mme Dominique BOUCHER	Pharmacologie
M. Frédéric BOUNOURE	Pharmacie Galénique
M. Abdeslam CHAGRAOUI	Physiologie
M. Jean CHASTANG	Biomathématiques
Mme Marie Catherine CONCE-CHEMTOB	Législation pharmaceutique et économie de la santé
Mme Elizabeth CHOSSON	Botanique
Mme Cécile CORBIERE	Biochimie
M. Eric DITTMAR	Biophysique
Mme Nathalie DOURMAP	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUC	Pharmacologie
M. Abdelhakim ELOMRI	Pharmacognosie
M. François ESTOUR	Chimie Organique
M. Gilles GARGALA (MCU-PH)	Parasitologie
Mme Najla GHARBI	Chimie analytique
Mme Marie-Laure GROULT	Botanique
M. Hervé HUE	Biophysique et Mathématiques
Mme Laetitia LE GOFF	Parasitologie Immunologie
Mme Hong LU	Biologie

Mme Sabine MENAGER	Chimie organique
Mme Christelle MONTEIL	Toxicologie
M. Mohamed SKIBA	Pharmacie Galénique
Mme Malika SKIBA	Pharmacie Galénique
Mme Christine THARASSE	Chimie thérapeutique
M. Frédéric ZIEGLER	Biochimie

PROFESSEUR CONTRACTUEL

Mme Elizabeth DE PAOLIS	Anglais
--------------------------------	---------

ATTACHE TEMPORAIRE D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

M. Imane EL MEOUCHE	Bactériologie
Mme Juliette GAUTIER	Galénique
M. Romy RAZAKANDRAINIBE	Parasitologie

III – MEDECINE GENERALE

PROFESSEURS

M. Jean-Loup **HERMIL** UFR Médecine générale

PROFESSEURS ASSOCIES A MI-TEMPS :

M. Pierre **FAINSILBER** UFR Médecine générale

M. Alain **MERCIER** UFR Médecine générale

M. Philippe **NGUYEN THANH** UFR Médecine générale

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS :

M Emmanuel **LEFEBVRE** UFR Médecine générale

Mme Elisabeth **MAUVIARD** UFR Médecine générale

Mme Marie Thérèse **THUEUX** UFR Médecine générale

Mme Yveline **SEVRIN-TARTARIN** UFR Médecine Générale

CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS : Mme Véronique DELAFONTAINE

HCN - Hôpital Charles Nicolle

CB - Centre HENRI BECQUEREL

CRMPR - Centre Régional de Médecine Physique et de Réadaptation

HB - Hôpital de BOIS GUILLAUME

CHS - Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray

LISTE DES RESPONSABLES DE DISCIPLINE

Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et Minérale
M. Thierry BESSON	Chimie thérapeutique
M. Roland CAPRON	Biophysique
M Jean CHASTANG	Mathématiques
Mme Marie-Catherine CONCE-CHEMTOB	Législation, Economie de la Santé
Mme Elisabeth CHOSSON	Botanique
M. Jean-Jacques BONNET	Pharmacodynamie
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
M. Loïc FAVENNEC	Parasitologie
M. Michel GUERBET	Toxicologie
M. Olivier LAFONT	Chimie organique
Mme Isabelle LEROUX-NICOLLET	Physiologie
Mme Martine PESTEL-CARON	Microbiologie
Mme Elisabeth SEGUIN	Pharmacognosie
M. Mohamed SKIBA	Pharmacie Galénique
M. Philippe VERITE	Chimie analytique

ENSEIGNANTS MONO-APPARTENANTS

MAITRES DE CONFERENCES

M. Sahil ADRIOUCH	Biochimie et biologie moléculaire (Unité Inserm 905)
Mme Gaëlle BOUGEARD-DENOYELLE	Biochimie et biologie moléculaire (UMR 1079)
Mme Carine CLEREN	Neurosciences (Néovasc)
Mme Pascaline GAILDRAT	Génétique moléculaire humaine (UMR 1079)
M. Antoine OUVRARD-PASCAUD	Physiologie (Unité Inserm 1076)
Mme Isabelle TOURNIER	Biochimie (UMR 1079)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

M. Serguei FETISSOV	Physiologie (Groupe ADEN)
Mme Su RUAN	Génie Informatique

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Bertrand DUREUIL

Vous me faites l'honneur de présider cette thèse.

Merci pour la qualité de votre enseignement, votre disponibilité, votre accompagnement, votre gentillesse et votre souci du bien-être de vos internes.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

A mes juges

A Monsieur le Professeur Benoit Veber

Vous me faites l'honneur de juger cette thèse.

Merci pour la qualité de votre enseignement et pour votre dévouement.

Toujours souriant et pédagogue, même au milieu de la nuit pendant une garde difficile !

Recevez ici tous mes remerciements et l'expression de mon profond respect.

A Monsieur le Professeur Vincent Compère

Tu me fais l'honneur de juger cette thèse.

Tu nous accompagnes au quotidien, du début (même avant) à la fin de l'internat avec tes conseils souvent précieux et tes fameuses questions en garde.

Tu garantis la qualité de notre formation et tu nous apprends à réfléchir par nous-mêmes, nous ne serions pas les mêmes professionnels sans ton encadrement.

Je garde particulièrement le souvenir d'une nuit à la mater et d'une journée au BU !

Reçois ici tous mes remerciements et l'expression de mon profond respect.

A Monsieur le Docteur Cédric Damm

Merci de m'avoir impliqué dans ce projet.

L'idée du sujet de cette thèse vient de toi, j'espère que le résultat te conviendra.

Tu nous fais vivre des moments intenses et formateurs au CESU, comme quoi c'est pas parce que c'est simulé que ça n'a pas d'intérêt !

Je te prie d'accepter mes plus sincères et respectueux remerciements.

A Monsieur le Docteur Antoine Guoin

Merci d'avoir accepté de diriger ce travail.

Merci pour ton accompagnement du début à la fin de cette thèse, tu es resté disponible et patient pour toutes ces heures de recrutement, simulation et relecture intensive (à la virgule près !). Bref, directeur de thèse PAR-FAIT !!!

Travailler avec toi est toujours synonyme de calme, sérieux et bonne ambiance.

Je te prie d'accepter mes plus sincères et respectueux remerciements.

A Marie-Camille

Presque 11 ans que tu es dans ma vie !

A chaque étape depuis le concours de P1 tu étais là, tu m'as soutenu dans les moments difficiles, tu es restée patiente quand je devais rester concentré, tu m'as fait rire quand j'en avais besoin et tu m'as souvent permis de prendre du recul par rapport à ce métier contraignant.

Ce travail est l'aboutissement de nos efforts conjugués.

Merci pour tout !

A mes parents

Merci de m'avoir soutenu pendant toutes ces années.

Vous m'avez donné le goût du travail et de la réussite, vous m'avez transmis les valeurs qui sont les miennes aujourd'hui.

Sans vous je n'aurais pas été le même.

Le petit dernier est enfin arrivé au bout !

A Matthieu

Tu m'as transmis ta passion pour l'urgence et l'anesthésie.

C'est grâce à toi que j'ai trouvé ma voie.

Bientôt le jour où on travaillera enfin ensemble !

A Florence

Tu étais là à toutes les étapes importantes de ma vie.

Les week-ends à Conflans et Salins ont toujours été une bouffée d'oxygène et un vrai moment de plaisir, promis on viendra vous voir prochainement.

A Charlotte et Maxence

Vous grandissez vite !

Je vous souhaite la même réussite dans la voie que vous aurez choisie.

Mais pas trop vite, vous avez encore le temps de rester des enfants !

A Agnès et Christian

Vous m'avez accueilli dans la famille à bras ouverts.

Toujours disponibles si on a besoin d'aide ou si on veut bien manger !

Un grand merci !

A Milou et Valère

Mes autres frère et sœur !

On va très bientôt avoir plus de temps ensemble, bientôt le corps de ferme ?

A Elisa

Toujours là au quotidien, tu es pour beaucoup à notre équilibre.

Une amie précieuse comme une sœur, souvent imitée, jamais égalée... surtout quand il s'agit de m'embêter !

A Maud et Mayb

Vous avez quitté le voisinage mais on ne vous oublie pas.

Vous êtes toujours les bienvenus pour les films de super-héros !

Aux copains

Côme, le gros nounours toujours drôle. **Arbane**, la force tranquille, adepte de la fête du hareng. **Camille**, future padawan. **Charles**, chasse, pêche et biture ! **Docteur Pecquery**, promis on ouvre un labo de voyage dans le temps à Vernon. **Alexis**, la fenêtre est bientôt changée, on s'appelle ? **La Loutre**, t'es loin maintenant, hésite pas à passer si tu veux nous gaver avec ton blabla incessant et tes (trop) nombreuses vidéos ! **Pierre-Yves**, une amitié depuis plus de 15 ans ! Dédicace à **Alain, De Souz, Arthur, Dudu et les autres**. **Brice, Guillaume, Benoit**, à bientôt j'espère !

Aux potes d'externat

Olivier, Yoann, Hervé, Vincent, Mickael, Romu, on a passé des bons moments ensemble, une grande époque !

Bon courage pour vos carrières et vies de famille débutantes.

A la famille des DESAR Rouennais

Papa Rocco, le compagnon du cursus, WEI, premier semestre, la présidence, quoi de plus normal que de passer la thèse ensemble. **Bergis**, palme du meilleur acteur de simulation médicale, repose toi bien avant CLARIS II, le retour ! **Meddy**, à quand la sortie bateau ? **Audrey**, qui partage mon amour des glaces et mon métabolisme. **Antoine**, j'espère que tu te plairas à Dieppe. **Yaya**, le rire le plus communicatif. **Thomas**, t'as vu? J'ai arrêté les ppt épileptogènes ! **Maya**, tu vas enfin revoir Paris, j'espère que ça n'a pas été trop long. **Sinad**, vu ton obsession pour mes hanches, tu devrais te poser des questions. **Paul**, doodle à l'envers, repas de promo quand t'es pas là. **Gioia**, qui adore faire joujou avec les amines et les pacemakers. **Jérôme, Najiba et Emilie**, indispensables pour une soirée réussie. **PapaSeb**, inoubliable. **Guillaume S**, mon interne en ortho pendant ma D4. **Eugénie**, toujours de bons conseils. **Eric**, j'adorerais avoir ta coupe de cheveux ! **Schéché**, le plus confraternel des anesthésistes, toujours en quête d'une plainte pour harcèlement (préviens juste les jeunes internes que tu peux les mettre enceintes facilement). **Docteur Connasse**, sur qui on peut compter si on a besoin de débriefer ou de potiner. **Nolwenn**, on t'entend plus t'es où ? **Vince P**, très crédible quand il fait le méchant, mais d'une profonde gentillesse. **Gillou**, encore et toujours inégalé dans sa catégorie. **Marie-Laure**, ma binôme de réa chir qui ne veut pas rentrer chez elle. **Manu**, le jeune professeur. **Elizabeth**, bavarde, mais d'une grande écoute aussi ! **Julien**, breton consanguin mais on t'aime bien quand même. **Lauranne**, la palme de l'investissement associatif, toujours à cœur de bien faire. **Grognu**, qui révise ses tours de magie en biblio. **Mikhael**, tu reviens à Evreux aussi après ? **Elsa**, déjà pharmacienne et maman pendant l'externat. **Pauline**, on se refait du tutorat P1 ? **Violaine** qui partage mes dernières semaines à Dévé. **Charlotte, Mathilde, Vanessa, Claire, Nancy Stéphanie, Céline, Anne-Claire et Lucile**, les funky girls !! **Arnaud**, les pandas roux en réa card, c'est lui. **Benji**, pas trop dure cette journée ? **Guillaume**, je t'attends de pied ferme à Evreux. **Antoine L**, meilleur orateur de biblios, sérieux, gentil... parfait ! **Quentin et David**, si ça bouge pas, on se retrouve en pédiatrie. **Jean S**, le beau gosse après Sinad. **Jean G**, chirurgien tu aurais été un tyran. **Lucie et Juliette**, les frangines du BU, **Anne L**, toujours calme même au BU en pleine tempête, **Seb**, la belle histoire du chirurgien devenu anesthésiste. **Hélène**, en jupe été comme hiver. **Julien, Lydian et Antoine G**, merci d'avoir géré la réa pendant que j'écrivais cette thèse. **Andréa**, qui a fait tourner la tête des orthoplasticiens. **Vincent B**, celui qui fait les pompiers et le samu à lui tout seul. **Clémentine**, toujours la moitié du bas en civil. **Samia**, up and down. **Hynde et Line**, le renouveau de l'internat d'Evreux. **Laure**, comme il est beau mon Bertrand !! **Jordan, Geoffrey et Edouard**, bientôt la présidence ? **Les autres jeunes** que je ne connais pas encore, imprégnez-vous et préservez l'ambiance des DESAR de Rouen.

A ceux d'entre vous qui ont participé aux séances, ENCORE MERCI, vous savez vers quelle carrière vous tourner au besoin !

Abdel, tu fais quoi en novembre ?

Au SAMU, mon tout premier contact avec l'anesthésie (hémorragie digestive avec **Marie Melody, Charly et Christophe Adam**), une équipe **d'infirmiers/ères** qui m'a vu grandir (spéciale dédicace à maman **Laurence**, l'humour de **Nico** et l'extrême gentillesse de **Christophe**), des **ambulanciers** de haut-vol (sensations garanties !!), une **équipe médicale** toujours là pour des conseils bienvenus !

A la promo d'internes de réa chir (Greg, Michel, Alex Benhamou, Vanessa, Sarah, Véro) qui m'a vendu du rêve quand j'étais externe.

Aux Dieppois, ambiance inégalable, l'équilibre parfait entre la diplomatie et le franc parler, ne changez rien !

A l'équipe d'Evreux, avec vous j'avais passé un premier semestre mémorable, je vous avais dit que je reviendrai !

A Karine et Marie-Laure, le top du top des secrétaires : adorables, disponibles, expertes dans les méandres de l'administratif !

Aux MAR, Véro G et Marie-Claire, la colloc' est malheureusement bientôt finie. **Véro F**, tu m'as empêché de faire mon internat à la Réunion. **Eric**, tu m'as été d'une aide précieuse cet été. **Slim**, on s'est peu vus ce semestre, mais nos gardes ensemble ont toujours été des moments très sympas. **Mamaar**, qui a passé toute la nuit sur des péri quand je dormais tranquillement. **Jean-François**, soi-disant bougon, mais... (chut, c'est un secret !). **Christelle**, avec toi ma première garde d'externe en réa chir. **Anne, Caro et Hélène**, les Dieppoises Rouennaises. **Delphine**, externe en gynéco, tu m'as fait passer du bon côté du champ. **La réa chir**, toujours à cheval sur la qualité du staff, même après une nuit blanche. **La réa card**, des chirurgies hautes en couleurs. **La pédiatrie**, je reviens vous voir avec plaisir !

Un grand MERCI aux volontaires qui ont bien voulu se frotter au simulateur et bien sûr à **l'équipe du CESU** qui nous a grandement aidé niveau organisation.

Aux IADES : Greg, Bastien (mon pote geek !!), **Philippe, Bernadette, Sébastien, Fanny, Sophie, Sylvie, Aurélie, Pascaline, Alain, Patrice, Manu, Adrien...** je ne peux pas tous vous citer, mais je vous dois beaucoup et travailler avec vous est toujours un bonheur !

Aux infirmiers/ères de réa card, palme de la gastronomie du CHU !!

Quand même le mot de la fin pour nos amis **chirurgiens**, parce que sans eux on ne serait pas là !!

SOMMAIRE

I) INTRODUCTION.....	20
1. Le risque en médecine et en particulier en anesthésie	20
2. Urgence et prise de décision	21
3. <i>Check-lists</i>	24
3.a Définition et terminologie	24
3.b Origine dans l'aviation	24
3.c Développement en médecine.....	26
4. Hyperthermie maligne	28
5. <i>Check-list</i> « Hyperthermie maligne-SFAR » et objectif de l'étude	30
II) MATERIEL ET METHODES	34
1. Méthodologie de l'étude.....	34
2. Matériel	35
3. Déroulement de la séance	37
4. Mesures	41
4.a Evaluation des performances des participants.....	41
4.b Performances techniques d'adéquation aux recommandations.....	41
4.c Performances non-techniques.....	43
4.d Données épidémiologiques, évaluation de la simulation et commentaires de la <i>check-list</i> HTM-SFAR.....	44
5. Objectif de l'étude	45
6. Critères de jugement	45
7. Statistiques	45
III) RESULTATS.....	47
1. Données démographiques	47
2. Performances techniques d'adéquation aux recommandations.....	48
3. Performances et délai d'initiation des axes majeurs de prise en charge de l'HTM .	50
4. Score ANTS.....	52
5. Auto-évaluation du stress	53
6. Evaluation de la séance	54
7. Evaluation de la <i>check-list</i>	55
IV) DISCUSSION.....	56
V) CONCLUSION	66

SOMMAIRE DES FIGURES

<u>Figure 1</u> : Modèle de survenue des accidents selon James Reason.....	20
<u>Figure 2</u> : Exemple de <i>check-list</i> développée par l' <i>United States Air Force</i>	25
<u>Figure 3</u> : <i>WHO's Surgical Safety Checklist</i>	27
<u>Figure 4</u> : Physiopathologie de l'hyperthermie maligne.....	29
<u>Figure 5</u> : Fiche HTM-SFAR version septembre 2013.....	31-32
<u>Figure 6</u> : Fiche HTM-SFAR version janvier 2010.....	33
<u>Figure 7</u> : Environnement de simulation.....	36
<u>Figure 8</u> : Médecin participant et facilitateurs.....	36
<u>Figure 9</u> : Feuille d'anesthésie du cas clinique.....	39
<u>Figure 10</u> : Déroulement du scénario.....	40
<u>Figure 11</u> : Questionnaire de fin de séance et EVA stress.....	44
<u>Figure 12</u> : Performances techniques d'adéquation aux recommandations.....	48
<u>Figure 13</u> : Nombre d'axes majeurs initiés.....	50
<u>Figure 14</u> : Délai d'initiation des axes majeurs de prise en charge de l'hyperthermie maligne.....	51
<u>Figure 15</u> : Score ANTS.....	52
<u>Figure 16</u> : Auto-évaluation du stress.....	53
<u>Figure 17</u> : Evaluation de la séance par l'ensemble des participants.....	54
<u>Figure 18</u> : Evaluation de la simplicité d'utilisation de la <i>check-list</i> HTM-SFAR par les participants du groupe <i>check-list</i>	55
<u>Figure 19</u> : Exemple de <i>check-list</i> sur l'anaphylaxie développée par un panel d'experts américains.....	63
<u>Figure 20</u> : Index du <i>Stanford Emergency Manual</i>	63
<u>Figure 21</u> : Exemple de <i>check-list</i> sur l'hyperthermie maligne issue du <i>Stanford Emergency Manual</i>	64-65
<u>Figure 22</u> : Proposition de mise à jour de la fiche HTM-SFAR.....	67

SOMMAIRE DES TABLEAUX

<u>Tableau I</u> : Score d'adéquation aux recommandations.....	42
<u>Tableau II</u> : Score de performance non-technique ANTS (<i>Anaesthetist's Non-Technical Skills</i>) d'après Fletcher.....	43
<u>Tableau III</u> : Données démographiques de la population d'étude.....	47
<u>Tableau IV</u> : Fréquence de validation de chacun des items du score d'adéquation aux recommandations.....	49
<u>Tableau V</u> : Performances et délai d'initiation des axes majeurs de prise en charge de l'hyperthermie maligne.....	51

ABRÉVIATIONS

ANTS : *Anaesthetist's Non-Technical Skills*

ASA : *American Society of Anesthesiologists*

CERNI : Comité d'Ethique pour les Recherches Non Interventionnelles

CESU : Centre d'Enseignement des Soins d'Urgence

CHG : Centre Hospitalier Général

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

DESAR : Interne en Diplôme d'Etudes Spécialisées d'Anesthésie-Réanimation

DGF : Débit de Gaz Frais

EVA : Echelle Visuelle Analogique

HAS : Haute Autorité de Santé

HTM : Hyperthermie Maligne

IADE : Infirmier Anesthésiste Diplômé d'Etat

IBODE : Infirmier de Bloc Opératoire Diplômé d'Etat

IV : Intra-Veineux

IVD : Intra-Veineux Direct

MAR : Médecin Anesthésiste-Réanimateur

SFAR : Société Française d'Anesthésie et de Réanimation

VM : Ventilation Minute

WHO : *World Health Organization*

I) INTRODUCTION

1. Le risque en médecine et en particulier en anesthésie

En 1999, le rapport de l'institut de Médecine des Etats-Unis, *To Err is Human* (1), expose l'idée que le système de santé n'est pas aussi sûr qu'il devrait l'être. Entre 44 000 et 98 000 personnes décèderaient chaque année aux Etats-Unis à la suite d'une erreur médicale évitable (chiffres comparables à la mortalité par accidents de la route, cancer du sein ou SIDA). Il définit l'erreur médicale comme l'échec de réalisation d'une action prévue ou une mauvaise stratégie pour atteindre un but. Il en existe plusieurs types : mauvais diagnostic ou traitement, erreur d'administration d'un médicament, erreur de communication, retard de prise en charge, lésion chirurgicale...

Cette prise de conscience du monde médical a entraîné la recherche de solutions pour prévenir les incidents et améliorer la sécurité du patient. James Reason, célèbre psychologue britannique ayant beaucoup travaillé sur la réduction du risque dans le milieu hospitalier, a établi un modèle selon lequel les accidents sont multifactoriels et surviennent par la succession de multiples défaillances qui, isolées, n'auraient eu probablement que peu de conséquences (Figure 1) (2). Ceci implique donc des actions à tous les niveaux (médical, administratif, politique) et la mise en place de différentes stratégies (identification des risques et des facteurs de risque, analyse des accidents, mesures de prévention et d'évaluation...). C'est la culture de la sécurité (1, 3, 4).

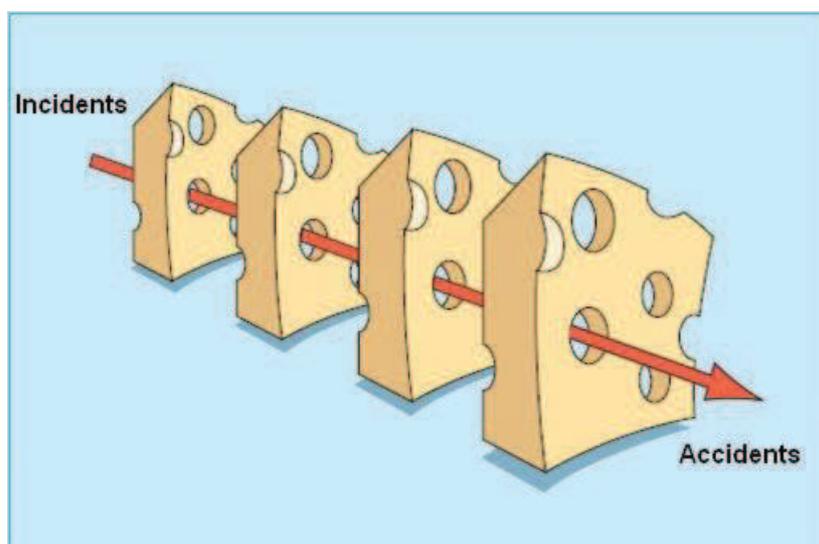


Figure 1 : Modèle de survenue des accidents selon James Reason.

La flèche symbolise comment un incident, par une succession de failles des systèmes de sécurité, va aboutir à l'accident (2).

L'anesthésie, spécialité réputée à risque, est reconnue comme leader dans cette culture de la sécurité (5, 6). Dès la moitié du XX^{ème} siècle, des études recensent la mortalité liée à l'anesthésie (7-9). L'analyse du risque et des erreurs humaines en anesthésie a débuté dès la fin des années soixante-dix (10-12). Dès lors, des solutions ont été proposées et mises en place : la recherche sur la morbi-mortalité liée à l'anesthésie, le développement de la technologie (monitorage des patients, matériel de prise en charge des voies aériennes supérieures, simulation haute-fidélité), les recommandations de bonnes pratiques et l'étude des facteurs humains et organisationnels (3, 6).

Ces mesures ont eu pour conséquence une réduction franche de la mortalité péri-opératoire d'un facteur 10 entre les années 80 et les années 90 en France. Son incidence globale, à la fin des années 90, était de 5,4 pour 100 000 anesthésies. Moins de 1 décès pour 200 000 anesthésies pour les patients « en bonne santé » était retrouvé (classification ASA 1) (13).

L'erreur humaine représente 2,5 à 5% de la mortalité péri-opératoire globale (14). Plus de 75% des incidents évitables en anesthésie impliquent le facteur humain (erreur, manque de communication, défaut organisationnel...) (10, 15). Leurs conséquences ne sont pas toutes du même ordre. Un tiers des incidents n'ont aucune conséquence pour le patient mais un sixième des incidents aboutissent à des complications définitives.

Les facteurs les plus fréquemment incriminés dans la survenue des erreurs médicales sont principalement un manque d'expérience, l'utilisation d'un matériel inhabituel, l'inattention, les erreurs de communication au sein de l'équipe, la fatigue, la hâte ou la confusion liée à un étiquetage similaire de médicaments différents (10, 16).

2. Urgence et prise de décision

L'exercice de l'anesthésie expose parfois à la prise en charge d'urgences vitales au bloc opératoire. Ces situations de crise requièrent une gestion élaborée reposant sur l'analyse dynamique d'une situation souvent complexe. Elles nécessitent par ailleurs la mobilisation rapide des connaissances médicales, l'organisation et le management d'une équipe pluri-professionnelle et une prise de décision efficace dans un contexte potentiellement pourvoyeur d'un stress majeur.

Ceci est d'autant plus difficile pour les praticiens qu'ils ne seront confrontés à certaines situations exceptionnelles statistiquement qu'une fois au cours de leur carrière.

A la fin des années 90, la moitié des anesthésistes considéraient que la fatigue ou les problèmes personnels ne retentissaient pas sur leurs performances. Les deux-tiers rapportaient que leur prise de décision aurait été aussi efficace dans l'urgence. Interrogés sur les mêmes questions, les pilotes d'avion faisaient preuve d'une plus grande conscience du risque et les chirurgiens d'une moindre (17).

Comme précédemment exposé, l'inexpérience, l'inattention et la mauvaise communication génèrent des erreurs médicales (16, 18). D'autre part, dès lors que le nombre de tâches à effectuer simultanément dépasse trois, la précision et la rapidité d'exécution de celles-ci sont diminuées (19).

En 2002, le psychologue Daniel Kahneman a obtenu un prix Nobel pour avoir proposé un modèle dit heuristique de prise de décision. Celui-ci repose sur l'utilisation de raccourcis cognitifs acquis avec l'expérience. Un exemple appliqué en anesthésie pourrait être l'attribution d'une hypotension transitoire survenant après l'induction à un retentissement hémodynamique des drogues anesthésiques, menant à des mesures correctrices « réflexes » (remplissage vasculaire et/ou administration de vasoconstricteurs). Ce raisonnement par associations d'idées permet une prise de décision rapide, basée sur un faible nombre de données et sans effort intellectuel, préservant ainsi l'attention et les fonctions cognitives pour l'accomplissement d'autres tâches. Ce modèle, opposé à une réflexion approfondie envisageant toutes les alternatives avec leurs conséquences prévisibles, s'applique dans les situations d'urgence. Cependant, les raccourcis cognitifs peuvent fausser le jugement et amener à une prise en charge erronée ou non-optimale. Le raisonnement souffre également de biais cognitifs, comprenant entre autres :

- le biais d'ancrage : tendance à rester fixé sur sa première impression malgré l'acquisition de nouvelles données contradictoires

- l'effet de halo : attitude à ne rechercher que les informations concordantes avec la première impression

- le biais de statut quo : idée que ne pas agir est moins risqué que d'intervenir

- le biais de surestimation : excès de confiance nuisant à la réévaluation de ses décisions ou actions effectuées (20).

Trente anesthésistes américains ont été soumis à des cas cliniques d'urgences vidéo-simulées (« *serious game* ») tels que le choc anaphylactique, l'arrêt cardiaque ou l'infarctus du myocarde. Dans le cas de l'anaphylaxie, les médecins ont dans plus de la moitié des cas évoqué un diagnostic différentiel (tachycardie supraventriculaire, pneumothorax) sans le remettre en question malgré l'absence de réponse aux traitements effectués et l'évolution typique du patient (tachycardie, hypotension artérielle, bronchospasme, rash cutané). Au cours de la prise en charge de l'infarctus du myocarde et de l'arrêt cardiaque, le taux d'erreurs était de 60 à 80%, principalement lié aux calculs de doses et à l'utilisation correcte du défibrillateur. Les performances étaient corrélées au délai écoulé depuis la validation d'un programme de formation standardisé américain, l'*Advanced Cardiac Life Support* (21).

L'état d'esprit du praticien au cours de la situation clinique est aussi déterminant dans l'exécution de ses fonctions supérieures : une charge émotionnelle forte permet de focaliser l'attention sur la situation et la collecte d'informations de manière à réagir de manière rapide et efficace. Elle améliorerait les capacités mémorielles à leurs différentes étapes (encodage, stockage, mobilisation), fait le rapprochement avec les situations similaires déjà vécues et intervient dans la prise de décision (on anticipe les émotions qu'on va avoir après avoir pris la décision et on réévalue selon les émotions effectivement perçues) (22, 23). Des sentiments négatifs, tels la colère ou le regret d'actions ou de décisions déjà réalisées, peuvent à l'inverse perturber le jugement (20). Au même titre que les autres émotions, le stress est à l'origine de réactions physiologiques, notamment la sécrétion de cortisol par les glandes surrénales, permettant à l'individu de réagir à la situation (augmentation du débit cardiaque, diminution de la sensation de fatigue, optimisation de l'attention et des réflexes). Paradoxalement, quand il est non maîtrisé, il peut se révéler destructeur en bloquant les fonctions mémorielles, telles que la mobilisation des connaissances, l'intégration dynamique des stimuli extérieurs, les calculs mentaux (doses de médicaments adaptées au poids) et la mémoire prospective (après avoir été interrompu pendant l'exécution d'une tâche, l'individu oublie de terminer celle-ci) (24-26).

Différentes solutions peuvent être développées pour optimiser la prise en charge de ces situations de crise. L'objectif est de limiter le risque de déviation par rapport aux standards et de minimiser le retentissement de facteurs perturbateurs

évoqués ci-dessus, tels le stress, la gestion de tâches multiples, la fatigue... Parmi celles-ci, les *check-lists* sont utilisées dans de nombreux domaines.

3. *Check-lists*

3.a Définition et terminologie

Le terme *check-list* (ou liste de vérifications) désigne un document rappelant toutes les étapes à effectuer pour l'accomplissement d'une tâche dans un but sécuritaire. On retrouve sous cette appellation plusieurs outils de structures différentes selon leur fonction (27, 28). Ces dispositifs font partie de l'ensemble des aides cognitives, que l'on peut définir comme des aide-mémoires, auxquelles se rattachent également entre autres les algorithmes et protocoles.

3.b Origine dans l'aviation

L'aéronautique est une discipline que l'on peut rapprocher de l'anesthésie par la survenue potentielle de situations de crise dans un environnement dynamique, surchargé d'informations et nécessitant une adaptation permanente à des objectifs changeants. L'erreur humaine y est aussi à l'origine de la majorité des accidents qui, bien que rares, demeurent médiatiques.

Des *check-lists* directement à portée de main de l'équipage indiquant les démarches à suivre par étapes sont établies pour améliorer la réaction de l'équipe et éviter ainsi les erreurs (Figure 2) (29). Leur mise en place date de la première moitié du XX^{ème} siècle. En 1935, un crash a mené les professionnels à la prise de conscience que l'augmentation du nombre et de la complexité des procédures avait un retentissement sur la sécurité des vols. L'accomplissement des tâches dans leur ensemble et la gestion d'une situation de crise ne pouvait donc plus reposer strictement sur la mémoire des membres d'équipage (27). De nos jours, tous les pilotes, qu'ils soient amateurs ou professionnels, utilisent ces *check-lists* pour chacun de leurs vols (30). L'ensemble des procédures concernant la préparation de l'appareil avant décollage, les différentes étapes du vol du décollage à l'atterrissage et la vérification de l'avion avant son extinction sont ainsi encadrées (31). Toutes les situations d'urgence pouvant survenir, telles que la fuite de carburant, la défaillance des moteurs ou l'atterrissage d'urgence relèvent chacune d'une *check-list* spécifique.

Il en existe même concernant la vérification de l'état physique, mental et émotionnel des membres d'équipage. La gestion d'une situation normale ou urgente par simple rappel de mémoire du pilote sans que celui-ci ne se réfère au manuel peut même constituer une faute professionnelle (32).

Le domaine de l'aviation est ainsi devenu un modèle concernant la prévention de l'erreur humaine. La rapidité d'implémentation des mesures d'amélioration en aéronautique est expliquée par un soutien fort des dirigeants des compagnies aériennes et des gouvernements. De plus, elle pourrait être facilitée par le fait que les membres d'équipage risquent autant leurs vies que celles des passagers.

L'exemple, spectaculaire et médiatisé, le plus parlant de l'efficacité des aides cognitives est l'atterrissage de sauvetage d'un avion dans l'*Hudson River* à New-York suite à la défaillance des deux moteurs due à un choc avec un oiseau. Pendant que le premier officier lisait la *check-list* appropriée, le pilote a pris le contrôle des commandes, communiqué avec le trafic aérien, et posé l'avion en urgence dans le fleuve, le tout en moins de 4 minutes (33) !

Différents secteurs industriels, dans lesquels une erreur de fabrication ou de contrôle de qualité du produit représente une perte financière et un danger potentiel pour les consommateurs, ont suivi cet axe de sécurité. C'est ainsi que les *check-lists* encadrent les étapes de fabrication dans le domaine de la production automobile et pharmaceutique ainsi que de l'alimentation (28, 34).

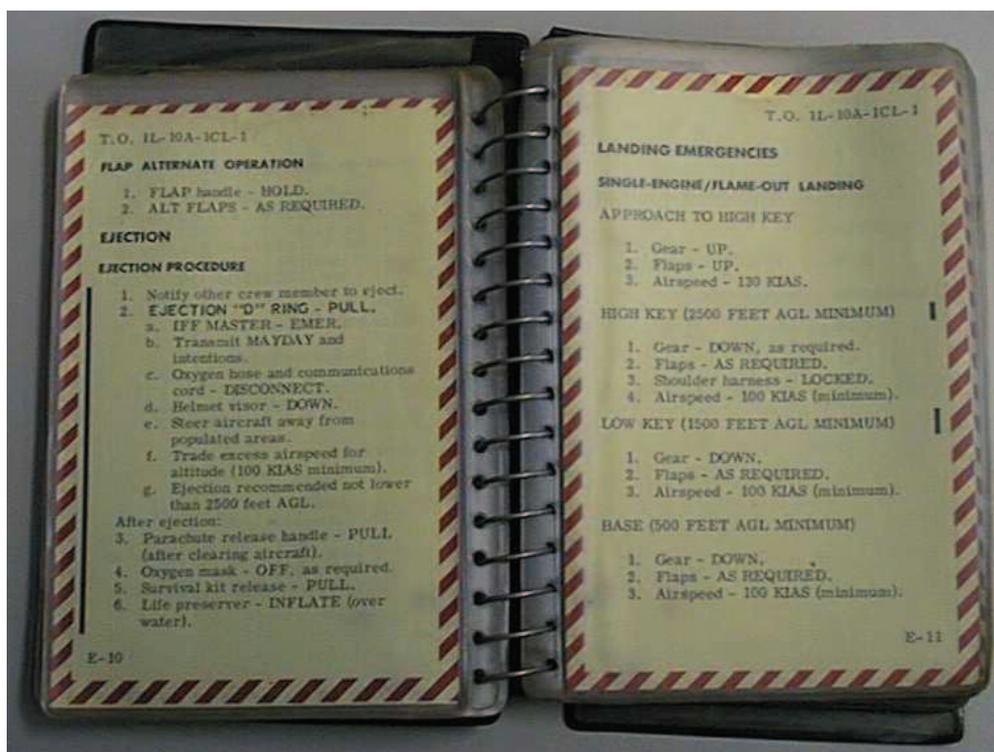


Figure 2 : Exemple de *check-list* développée par l'*United States Air Force*.

3.c Développement en médecine

Les *check-lists* similaires à celles de l'aviation apparaissent bien plus tardivement en médecine : les premières fiches d'urgence en anesthésie datent des années 1990, à l'image de *Crisis Management in Anesthesiology* (35), manuel paru en 1994 développé par l'équipe de Stanford.

L'implémentation des *check-lists* dans le milieu médical est plus progressive que dans les autres domaines, car elle se heurte à un certain nombre de freins : les situations cliniques peuvent parfois être difficilement standardisées en raison d'incertitudes telles que le facteur humain, la variabilité interindividuelle physiologique ou la présence de complications associées. Les raisons sont aussi culturelles : le développement d'aides cognitives donne au médecin le sentiment de faiblesse, de manque de connaissance, de capacité à faire des erreurs. La tentative de standardisation des situations cliniques nuit à l'idée de jugement médical et de prise de décisions autonome (30, 36).

La *check-list* la plus connue et utilisée au bloc opératoire est la *World Health Organization Surgical Safety Check-list* (Figure 3) (37). Mise en place en 2008 aux Etats-Unis pour contrôler les points essentiels à différents temps de la prise en charge d'un patient au bloc opératoire, elle a permis une réduction des erreurs médicales et de la morbi-mortalité péri-opératoire ainsi qu'une amélioration de la communication et de l'esprit d'équipe entre les professionnels (38, 39). La conséquence de cette avancée a été, en France, la généralisation au niveau national de la *check-list* de la Haute Autorité de Santé (HAS) « Sécurité du patient au bloc opératoire » en 2011.

4. Hyperthermie maligne

L'hyperthermie maligne est un exemple de situation clinique rare (1 crise aiguë pour 50 000 à 100 000 anesthésies générales) (45) et grave (mortalité de 5-10%) (46, 47).

Elle résulte d'un hypermétabolisme des cellules musculaires squelettiques en réaction à l'exposition aux gaz halogénés et à la succinylcholine au cours d'une anesthésie générale. Au niveau moléculaire, la crise est secondaire à l'ouverture des canaux calciques du réticulum sarcoplasmique avec augmentation du calcium intracytoplasmique déclenchant une contraction musculaire généralisée. S'ensuit alors une réaction en chaîne comportant une rhabdomyolyse et une acidose métabolique avec hyperkaliémie pouvant évoluer, en l'absence de prise en charge précoce, vers des troubles du rythme cardiaque, une défaillance multiviscérale et le décès du patient (48).

Son origine est génétique, de transmission autosomique dominante, généralement liée à une mutation du gène RYR1 dont la prévalence pourrait être d'un individu sur 3 000 (49). Les sujets susceptibles de présenter une crise d'hyperthermie maligne sont difficiles à identifier.

Les premiers signes évoquant cette situation sont l'apparition d'une hypercapnie non corrigée par l'augmentation de la ventilation minute, d'une hyperthermie, d'un trismus ou d'une tachycardie. Le patient peut présenter tous ces symptômes de manière franche, facilitant le diagnostic positif ; mais le tableau clinique peut apparaître de manière plus incomplète ou insidieuse, ce qui retarde la prise en charge.

Le traitement en urgence de cette pathologie est complexe, car il comprend en particulier l'administration de dantrolène. C'est un médicament d'indication spécifique à cette situation (ayant pour effet de faire rentrer le calcium dans le réticulum sarcoplasmique) qu'un médecin anesthésiste n'a donc pas l'habitude d'utiliser. En parallèle, l'équipe doit aussi réaliser en urgence d'autres actions telles que l'arrêt de l'exposition aux gaz halogénés, la purge du circuit du respirateur, l'hyperventilation en oxygène pur, la correction de l'acidose par administration de bicarbonates, le traitement de l'hyperkaliémie en cas de troubles du rythme ainsi que le refroidissement du patient par des moyens externes (linge mouillé, ventilateur) et internes (liquides froids dans la vessie et l'estomac, ou en intra-veineux). Cette prise

en charge de nombreuses tâches simultanées semble donc se prêter particulièrement à l'utilisation d'une *check-list*.

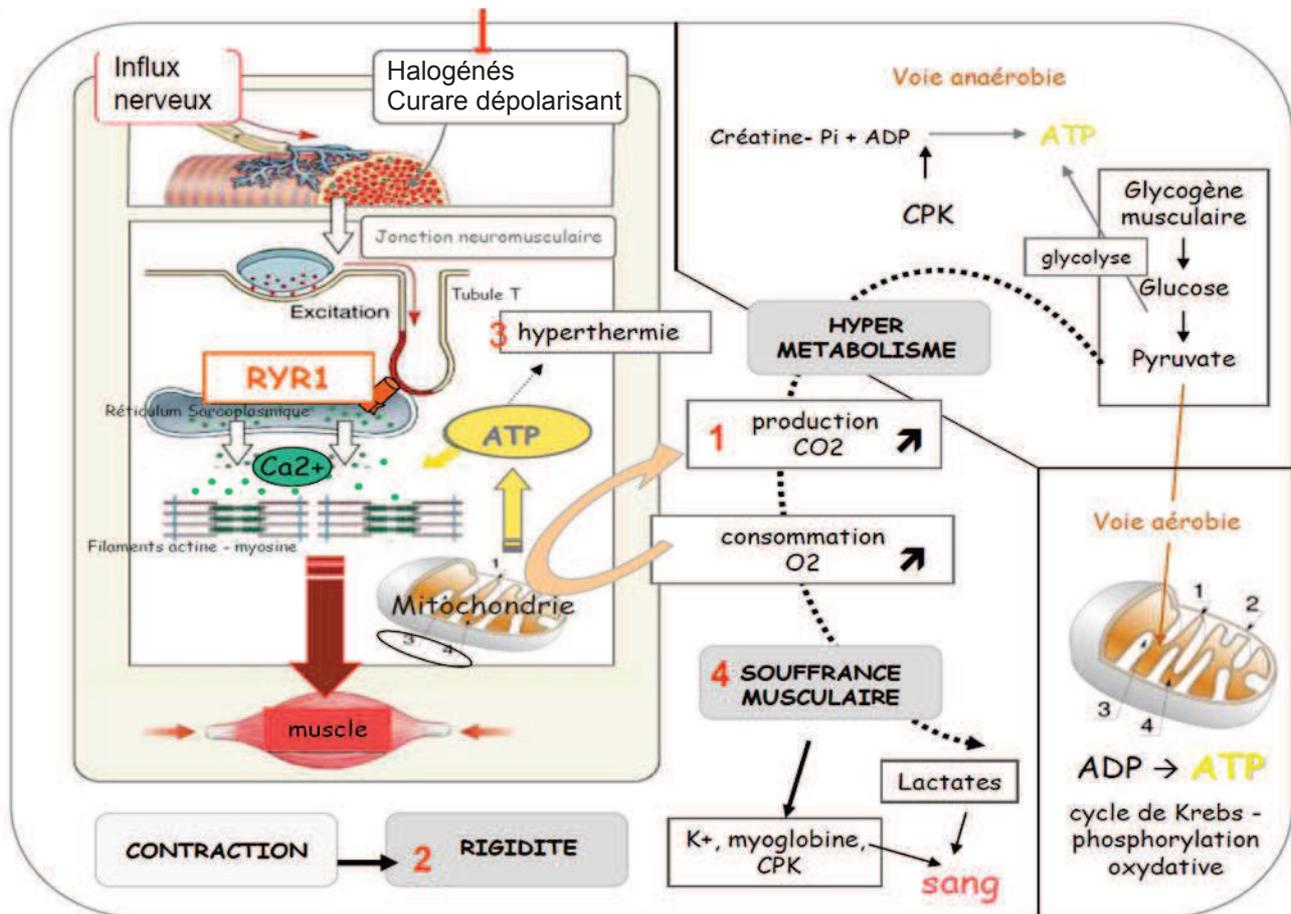


Figure 4 : Physiopathologie de l'hyperthermie maligne (48).

Chez un sujet sensible, porteur par exemple d'une mutation du gène du récepteur à la ryanodine (RYR1), l'exposition à un agent anesthésique halogéné peut entraîner une contraction musculaire intense et généralisée par libération massive du calcium contenu dans le réticulum sarcoplasmique des muscles squelettiques. L'hypermétabolisme musculaire va conduire à une hyperproduction de CO₂, à une hyperthermie et à une lyse musculaire libérant dans la circulation générale le potassium, les enzymes contenus en intra-cellulaire, des lactates... Ils sont ainsi responsables des autres signes cliniques et des complications définissant la crise d'hyperthermie maligne.

5. *Check-list* « Hyperthermie maligne-SFAR » et objectif de l'étude

La Société Française d'Anesthésie Réanimation (SFAR) a mis à jour en septembre 2013 une *check-list* synthétisant les points majeurs de la prise en charge de l'hyperthermie maligne tirée des données les plus récentes de la littérature (Figures 5 et 6). Un exemplaire est disponible dans chaque salle de surveillance post-opératoire du CHU de Rouen ainsi que dans une grande partie des établissements de santé comportant un bloc opératoire.

Le but de l'étude était d'évaluer l'intérêt de cette fiche d'urgence, dans le cas où elle serait directement à disposition du médecin anesthésiste, sur l'efficacité de la prise en charge médicale de l'hyperthermie maligne, ainsi que son influence sur les compétences non-techniques et le stress.

Si cette étude mettait en évidence un bénéfice de la *check-list* sur les performances médicales, des travaux ultérieurs pourraient à l'avenir évaluer l'apport d'autres fiches d'urgence, afin de promouvoir auprès des médecins anesthésistes de notre centre, voire des établissements régionaux partenaires, un manuel permettant une prise en charge efficace et standardisée.

HYPERTHERMIE MALIGNE



RISQUE VITAL

● Agents déclenchants :

Sévorane (sévoflurane), Forène (isoflurane), Suprane (desflurane),
Fluothane (halothane), Ethane (enflurane), Célécourine (suxaméthonium)

● Signes évocateurs d'hyperthermie maligne (HM) :

Spasme des masséters	Marbrures	Acidose respiratoire puis mixte
Tachypnée	Sotéurs	Urines rouges (myoglobineurie)
Rigidité	Hypercapnie (\uparrow PETCO₂)	\uparrow CPK post-opératoire
Hyperthermie	Tachycardie, arythmies	

SUGGESTIONS THÉRAPEUTIQUES EN CAS D'HYPERTHERMIE MALIGNE



ATTENTION !

Ce protocole peut ne pas convenir à tous les patients et doit être modifié en fonction de cas particuliers

Figure 5 : Fiche HTM-SFAR version septembre 2013.

http://www.sfar.org/_docs/articles/HyperthermieMaligneSFAR2013.pdf

Visualisée en août 2014.

RECONSTITUTION DU DANTROLENE

Stock Urgence Dantrolène conformément à la Circulaire de 1999 relative au traitement de la crise d'hyperthermie maligne peranesthésique (DGS/SQ2/DH/99/631) : 18 Flacons de 20 mg de Dantrolène IV, 18 Poches 100 ml eau distillée ppi, 18 Seringues 60 ml, 18 Aiguilles 19 G, 18 trocarts avec prise d'air (type CODAN).

Le Dantrolène doit être dissout dans l'eau distillée (eppi).

Le Dantrolène dilué doit être conservé à température ambiante protégé de la lumière et doit être utilisé dans les 6 heures.

36 flacons de 20 mg peuvent être nécessaires au traitement de la crise HM



1 - Matériel nécessaire



2 - Prélever 60 ml d'eau ppi



3 - Insérer le trocart



4 - Injecter 60 ml d'eau ppi



5 - Secouer vigoureusement



6 - Injecter

La dose recommandée initiale est 2,5 mg/kg chez l'adulte et l'enfant. Injecter, le plus rapidement possible, les seringues par un robinet à trois voies sur une ligne de perfusion dédiée de sérum salé à 0,9%.



Localisation du stock Urgence Dantrolène :

Numéro d'appel de la Pharmacie pour kits Dantrolène supplémentaires :

Figure 5 : Fiche HTM-SFAR version septembre 2013.

http://www.sfar.org/_docs/articles/HyperthermieMaligneSFAR2013.pdf

Visualisée en août 2014.

HYPERTHERMIE MALIGNE (HM)

1. Demander de l'aide. Le pronostic vital est en jeu.
2. Arrêt immédiat de l'administration de tout **agent volatil halogéné** et de la **SCh (succinylcholine-célocurine®)**. **Hyperventiler** en oxygène pur, au moins 10 L/mn. Le changement de l'absorbeur de CO₂ et du circuit filtre n'est pas indispensable, mais, déposer tous les évaporateurs, qui peuvent fuir.
3. Administration initiale de **dantrolène 2-3 mg/kg**, en étant prêt à augmenter rapidement la posologie par incrément de 1 mg/kg jusqu'à 10 mg/kg.
 - Contrôle des signes MH (e.g. tachycardie, rigidité, hypercapnie et hyperthermie)
 - Une dose supérieure à 10 mg/kg peut être nécessaire
 - Chaque fiocon de dantrolène contient 20 mg de médicament et 3 g de mannitol
 - Chaque fiocon doit être dilué dans 80 ml d'eau stérile sans conservateur
4. Administrer du **NaHCO₃** (14:1000) pour corriger l'acidose métabolique en fonction des gaz du sang. En l'absence de gaz du sang, administrer 1-2 mM/kg.
5. Simultanément, **refroidir le patient** gravement hyperthermique, sinon dès que possible, c'est à dire sans perdre du temps dans l'administration du dantrolène. Utiliser une solution IV salée (0,9%) glacée 15 ml/kg/15mn x 3 (pas de Ringer Lactate), et :
 - Iriguer l'estomac, la vessie, rectum, cavité opératoire sauf thorax avec la solution salée glacée
 - Refroidissement de surface par aspersion/évaporation vers 32°C ou matelas refroidissant
 - Monitorer la température pour éviter l'hypothermie secondaire (arrêt à 38°C central, non rectal)
6. Les **arythmies** répondent normalement au traitement de l'acidose et de l'hyperkaliémie. En cas de persistance ou de menace vitale imminente, utiliser les anti-arythmiques usuels à l'exception des inhibiteurs calciques qui peuvent majorer l'hyperkaliémie et induire un collapsus CV.
7. Monitorer la **PETCO₂** et mesurer les **gaz du sang artériel**, du sang veineux mêlé ou fémoral, la kaliémie, la calcémie, la coagulation et le débit urinaire.
8. L'**hyperkaliémie** est habituelle et doit être traitée par l'hyperventilation, le bicarbonate et l'insuline (10 U IO dans 50 ml G 50 % titré selon l'hyperkaliémie, ou 0.15 U IO/kg dans 1 ml/kg G 50 %). L'hyperK menaçante peut aussi être traitée par le calcium (2-5 mg/kg de CaCl₂).
9. Assurer une **diurèse supérieure à 2 ml/kg/hr.**

Note. L'enfant de moins de 10 ans victime d'un arrêt cardiaque brutal après l'administration de SCh en l'absence d'hypoxie et de surdosage anesthésique doit être d'abord traité pour l'hyperkaliémie aiguë. Dans cette situation, du calcium doit être administré au même titre que la mise en oeuvre des autres moyens visant à réduire la kaliémie. Cet accident est présumé en rapport avec une dystrophie musculaire infraclinique.

APRES LA CRISE

- A. Observer le patient en **USI pendant au moins 24 heures**, la recrudescence de la crise étant possible, particulièrement après une crise fulminante résistante au traitement.
- B. Donner du **dantrolène IV 1 mg/kg toutes les 6 heures pendant 24-48 heures**. Après cela, donner la même dose par voie orale pendant 24 heures, à prolonger si nécessaire.
- C. Suivre les gaz du sang, les CPK, le potassium et le calcium, la myoglobulinémie et urie, l'hémostase, et la température jusqu'au retour aux valeurs normales. La température centrale doit être monitorée jusqu'à la normalisation.
- D. **Informier** le patient et sa famille en ce qui concerne l'HM et les précautions anesthésiques. Mettre le patient en contact avec l'Association des familles. Remplir le formulaire de déclaration de la crise pour le registre HM national.

Figure 6 : Fiche HTM-SFAR version janvier 2010 (lien non disponible).

II) MATERIEL ET METHODES

1. Méthodologie de l'étude

Cette étude a été réalisée de manière prospective au sein du centre de simulation du département d'Anesthésie-Réanimation Chirurgicale du CHU de Rouen dans les locaux du CESU 76 (Centre d'Enseignement des Soins d'Urgence).

La population étudiée, multi-centrique, était un panel de médecins anesthésistes-réanimateurs volontaires recrutés au moyen de mails d'invitation envoyés à tous les services d'anesthésie-réanimation de Haute-Normandie. Les critères d'inclusion étaient : être médecin anesthésiste-réanimateur diplômé avec une activité principale en anesthésie.

Les critères de non-inclusion étaient : être en cours d'internat ou de post-internat, avoir bénéficié d'un programme de formation sur simulateur au cours de la formation initiale, le refus de participer à l'étude, avoir une activité principale de réanimation.

La séance comprenait une présentation de l'outil de simulation avec manipulation du mannequin suivie de la session de simulation individuelle avec débriefing personnalisé. Ceci impliquait 1 heure de présence sur place.

L'objectif de l'étude était l'évaluation de l'intérêt de l'utilisation de la *check-list* "Hyperthermie maligne" (HTM) de la SFAR (Figure 5) sur l'efficacité de la prise en charge d'une situation simulée d'hyperthermie maligne au bloc opératoire.

Une liste de randomisation a été établie avant le début de l'étude et les médecins anesthésistes volontaires étaient randomisés en fonction de leur ordre d'inclusion.

Aucune information sur le contenu du scénario ni sur l'objet de l'étude n'était communiquée aux participants avant la séance.

Le comité d'éthique pour les recherches non interventionnelles (CERNI) du CHU de Rouen a donné préalablement son accord à la réalisation de cette étude.

2. Matériel

L'environnement de simulation se composait :

- d'un mannequin interactif haute-fidélité de type SimMan® (Laerdal Medical®, Limonest, France) avec un poste de pilotage situé derrière des vitres sans tain

- d'une salle de bloc opératoire aménagée pour être le plus proche possible de la réalité. Elle comprenait un respirateur d'anesthésie, un scope et un chariot d'anesthésie contenant le matériel standard utilisé au CHU de Rouen (matériel d'accès aux voies aériennes supérieures, de pose de voie veineuse périphérique, drogues usuelles d'anesthésie et de réanimation, solutés de remplissage...).

Les matériels spécifiques étaient disponibles en cas de demande (chariot d'intubation difficile, kit d'hyperthermie maligne, défibrillateur, kit de pose de cathéters veineux centraux...). Le mannequin était placé au centre de la pièce sur un lit pouvant être mobilisé à la manière d'une table d'opération (haut-bas, proclive-déclive).

Les participants avaient accès à une ligne téléphonique reliée au poste de contrôle leur permettant de joindre toute aide extérieure éventuelle sur demande (laboratoire d'analyses, réanimation, CHU...).

L'équipe anesthésique était composée du médecin anesthésiste participant, jouant son propre rôle, et d'un infirmier anesthésiste, complice et facilitateur, ce qui est la configuration habituelle au bloc opératoire en France. Les autres personnels facilitateurs (chirurgien et infirmier de bloc opératoire) étaient joués par des internes volontaires. Les consignes des facilitateurs étaient d'affranchir le participant de toute contrainte matérielle ou environnementale et de lui apporter à sa demande une aide adaptée à leurs compétences professionnelles selon le rôle attribué. Un scénario avec des phrases-types leur servait de guide pour la séance (Figure 10).



Figure 7 : Environnement de simulation.



Figure 8 : Médecin participant et facilitateurs.

3. Déroulement de la séance

A son arrivée, le participant était reçu par un médecin formateur en simulation médicale qui lui présentait l'environnement, le mannequin et le matériel à disposition. Le participant disposait de tout le temps qu'il jugeait nécessaire pour explorer le matériel, observer, ausculter, intuber et ventiler le mannequin en conditions standard. Il était revêtu ensuite d'une tenue de bloc, d'un masque et d'un calot pour augmenter le réalisme de la séance.

Le médecin formateur réalisait ensuite un briefing sur le scénario. La situation se déroulait au bloc opératoire dans un hôpital général avec tout le plateau technique à disposition (biologie, service d'urgence, réanimation polyvalente...). Le scénario débutait lors de la transmission médicale pour la prise de garde de nuit. Un homme de 30 ans, sous anesthésie générale depuis 45 minutes, était en cours de prise en charge chirurgicale d'une fracture ouverte complexe du poignet droit. Il présentait dans ses antécédents un asthme léger stable, une allergie au latex et un antécédent d'ostéosynthèse de cheville droite sous rachianesthésie. Le traumatisme ayant eu lieu juste après son repas, le protocole choisi avait été une induction en séquence rapide (avec utilisation de propofol, succinylcholine et sufentanil) suivie d'un entretien par gaz halogénés (sévoflurane). Une antibioprophylaxie par amoxicilline-acide clavulanique avait également été réalisée environ 30 minutes auparavant. Le patient était présenté, oralement et par écrit sur la feuille d'anesthésie (Figure 9) comme stable depuis le début de la chirurgie. On pouvait noter cependant une hypercapnie modérée à 42 mmHg ainsi qu'une tachycardie à 110 battements par minute. Le monitoring de la température corporelle n'était pas mis en place.

Le début du scénario était marqué par la fin des transmissions médicales et le recueil de données commençait.

Les médecins du groupe *check-list* recevaient celle-ci (Figure 5) en même temps que le kit d'hyperthermie maligne quand ils le demandaient, ceux du groupe contrôle ne l'obtenaient pas.

Si le participant sollicitait une aide extérieure, les personnes appelées ne pouvaient lui donner de conseils de prise en charge autres que ceux déjà effectués et acceptaient de venir en renfort mais dans un délai de plusieurs minutes (la raison invoquée était l'accueil d'un patient en réanimation au même moment).

Le scénario se déroulait de manière standardisée (Figure 10) et s'arrêtait par défaut 25 minutes après le diagnostic de l'hyperthermie maligne. Le médecin réanimateur venait alors finalement au bloc pour discuter du transfert du patient et de la suite de sa prise en charge. Si le participant n'avait pas verbalisé le diagnostic à la quinzième minute, l'infirmier anesthésiste facilitateur évoquait le diagnostic d'hyperthermie maligne.

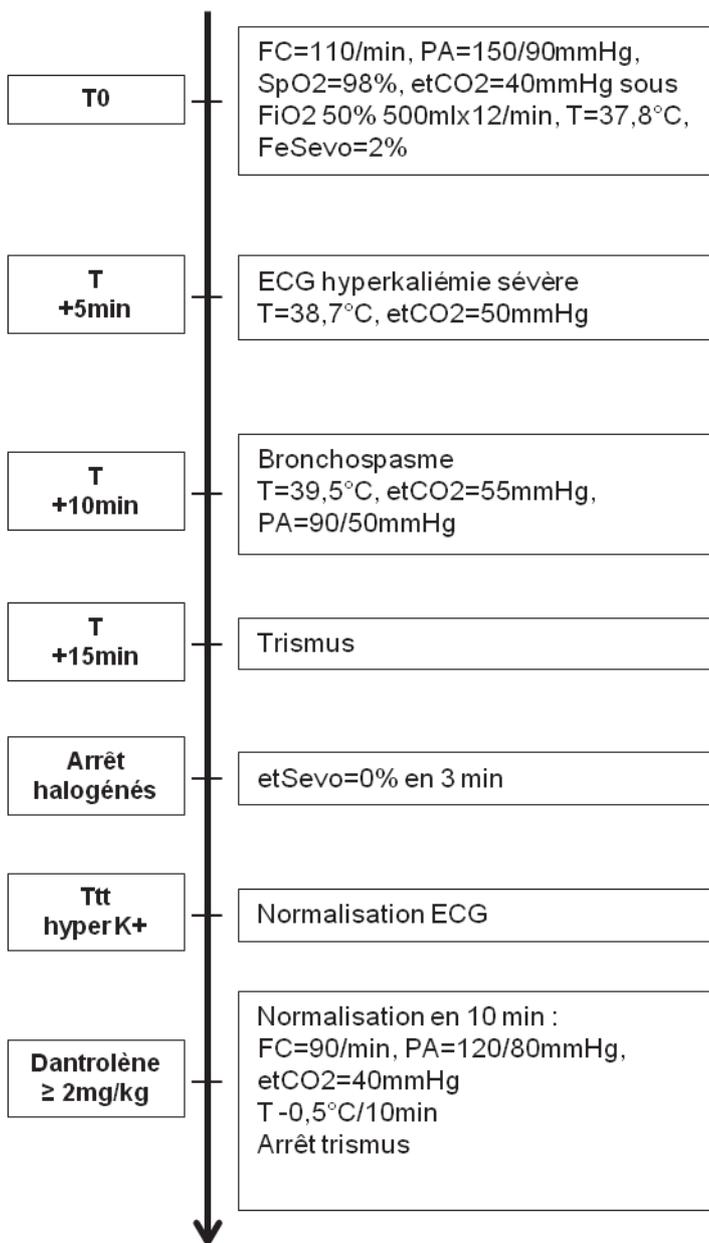
Chaque séance était immédiatement suivie d'un débriefing individuel d'une dizaine de minutes du participant par l'équipe de simulation, portant sur les performances techniques et non-techniques évaluées. Celui-ci permettait au volontaire de verbaliser son vécu et de remettre en perspective la situation. Ce débriefing semble essentiel afin d'éviter les conséquences du stress ressenti et d'apporter un bénéfice pédagogique aux participants (50).

Il était demandé aux participants de ne pas communiquer entre eux sur le sujet du scénario.



Evolution clinique

Guide de dialogue à l'attention des facilitateurs



- CHIRURGIEN**
 - [demande d'arrêt de la chirurgie] « Il y a un risque fonctionnel sur sa main. »
 - [si insistance] : « Je peux faire l'hémostase et fermer en 10 minutes. »
 - [après 10 minutes] : « Je peux lâcher le garrot ? »
- IADE**
 - diagnostic non verbalisé en 15 minutes
« Est-ce-que ça ne pourrait pas être une hyperthermie maligne ? »
- BIOLOGISTE**
 - appel 15 minutes après prélèvement bilan biologique : « Je peux vous donner les résultats suivants : pH=7,20, K=6,7mmol/L, PCO2=55mmHg. »
- REANIMATEUR**
 - appel à l'aide : « J'ai une entrée en réa, je viens dès que possible ! »
 - si demande : « J'envoie une infirmière. »
 - appel pour transfert/25 minutes après diagnostic : « J'ai une place en réa. Quel(s) traitement(s) dois-je effectuer ? Quelle est la cause ? Que dois-je dire à la famille ? »

Figure 10 : Déroulement du scénario.

4. Mesures

4.a Evaluation des performances des participants

Les performances techniques et non-techniques ont été évaluées en temps réel avec ensuite une relecture de l'enregistrement pour compléter les possibles données manquées lors de l'évaluation initiale. L'évaluation a été réalisée de manière conjointe par deux médecins anesthésistes-réanimateurs référents en simulation et familiarisés à l'utilisation des outils de mesure lors de précédents travaux au sein du CESU 76. Le score final était déterminé après accord entre les membres de l'équipe d'évaluation.

4.b Performances techniques d'adéquation aux recommandations

Trente items de prise en charge médicale ont été extraits des différentes recommandations de la Société Française d'Anesthésie et de Réanimation sur l'hyperthermie maligne (Figures 5 et 6, Tableau I). Un point était attribué à chaque item aboutissant ainsi à un score exhaustif d'adéquation aux recommandations sur 30 points (score minimal = 0; score maximal = 30). Un second score basique comprenant les 5 axes majeurs de la prise en charge de l'hyperthermie maligne était extrait, à savoir : arrêt des halogénés, mise en route du dantrolène, refroidissement, hyperventilation, traitement de l'hyperkaliémie.

Les observateurs notaient par ailleurs les délais de réalisation des différents items à partir de la verbalisation du diagnostic. Le temps limite de prise en charge était fixé à 25 minutes. Si une action n'était pas réalisée en fin de scénario, lui était attribué le temps maximal de 1500 secondes (soit 25 minutes).

cocher si validé

Pose d'une sonde thermique	
Surveillance rapprochée EtCO2	
Demande de renforts	
Demande du kit d'hyperthermie maligne	
Discussion de l'arrêt temporaire ou définitif de la chirurgie	
Arrêt immédiat d'administration de succinylcholine et d'halogénés	
Purge du circuit	
Dépose de la cuve d'halogénés	
FiO2 100%	
Hyperventilation (VM > 10L/minute)	
Relais hypnotiques IV	
Ouverture du circuit de ventilation (DGF > 10L/min)	
Pose 2ème voie d'abord veineuse	
Administration de dantrolène ≥ 2 mg/kg	
Dilution exacte (20 mg/60 cc eau stérile)	
Contrôle de l'évolution des signes cliniques	
Poursuite du dantrolène si besoin : paliers de 1 mg/kg jusqu'à 10 mg/kg	
Refroidissement : moyens externes (linges mouillés, pains de glace)	
Refroidissement : moyens internes (irrigation par sonde urinaire et/ou gastrique)	
Administration IV de NaCl 0,9% réfrigéré : 15 ml/kg	
Administration de bicarbonates 1,4 % : 1 mEq/kg	
Pas de Ringer Lactate	
Arythmies : insuline/glucose	
Arythmies : gluconate de calcium 2g	
Arythmies : utilisation possible d'anti-arythmiques sauf inhibiteurs calciques	
Pose sonde urinaire et surveillance diurèse (objectif 1 ml/kg/h)	
Bilan biologique : gaz du sang artériels, ionogramme sanguin, CPK, bilan de coagulation	
Appel pour transfert en réanimation	
Hospitalisation en réanimation au moins 24h (poursuite ventilation mécanique et dantrolène)	
Information ultérieure du patient et de sa famille (anticiper les prochaines anesthésies)	

TOTAL /30 =

Tableau I : Score d'adéquation aux recommandations.

Les différents items ont été extraits des différentes versions des recommandations de la SFAR (Figures 5 et 6). Un point était attribué par item réalisé (score minimal = 0 ; score maximal = 30)

4.c Performances non-techniques

Les performances non-techniques ont été évaluées au moyen de l'*Anaesthetist's Non-Technical Skills (ANTS) assesment tool* (51). Il comporte quatre catégories regroupant quinze items (Tableau II). Chaque item était évalué par une échelle de Likert allant de 1 à 4. Un score de 4 était attribué pour une prise en charge en adéquation aux référentiels ou bénéfique pour la sécurité du patient et pouvant être montrée en exemple; un score de 1 était attribué si le comportement faisait courir un danger réel ou potentiel au patient. Une performance satisfaisante mais pouvant être améliorée recevait une note de 3 ; un score de 2 révélait des lacunes nécessitant une amélioration importante.

Gestion des tâches	Planifier et préparer	1	2	3	4
	Prioriser et hiérarchiser	1	2	3	4
	Se conformer et maintenir les standards	1	2	3	4
	Identifier et utiliser les ressources	1	2	3	4
Travail en équipe	Coordonner l'activité	1	2	3	4
	Echanger des informations	1	2	3	4
	Faire preuve d'autorité et de persuasion	1	2	3	4
	Evaluer les compétences	1	2	3	4
	Soutenir les autres	1	2	3	4
Réponse aux situations	Recueillir l'information utile	1	2	3	4
	Reconnaître et comprendre	1	2	3	4
	Anticiper	1	2	3	4
Aspects décisionnels	Identifier les options	1	2	3	4
	Peser les risques et sélectionner les options	1	2	3	4
	Ré-évaluer	1	2	3	4
TOTAL					

Tableau II : Score de performance non-technique ANTS (*Anaesthetist's Non-Technical Skills*) d'après Fletcher (51).

4.d Données épidémiologiques, évaluation de la simulation et commentaires de la *check-list* HTM-SFAR

En fin de séance, un questionnaire était remis aux participants, portant sur l'expérience professionnelle, l'évaluation de la séance de simulation et l'opinion vis-à-vis de la *check-list* (Figure 11). Les données quantitatives étaient recueillies au moyen d'une échelle visuelle analogique.

Lieu d'exercice :

Nombre d'années d'expériences en anesthésie-réanimation :

Avez-vous déjà participé à des séances de simulation haute-fidélité ? Si oui, combien ?

A quelle fréquence annuelle participez-vous à des réunions de formation continue ?

Avez-vous déjà rencontré cette situation clinique en pratique clinique ? Si oui, combien de fois ?

Avez-vous déjà rencontré cette situation clinique en simulation ? Si oui, combien de fois ?

Avez-vous consulté des documents pour préparer cette séance ? Si oui, lesquels ?

Réalisme de la séance :

Evaluez votre degré d'implication au cours de la séance : (0 : aucune implication ; 10 : adhésion complète)

Evaluez le réalisme de l'environnement, du mannequin : (0 : pas réaliste ; 10 : réalisme maximal)

Evaluez le réalisme de la séance : (0 : pas réaliste ; 10 : réalisme maximal)

Anxiété :

Evaluez votre anxiété avant la séance : (0 : aucun stress ; 10 : stress le plus important imaginable)

Evaluez votre anxiété au cours de la séance : (0 : aucun stress ; 10 : stress le plus important imaginable)

Evaluez votre anxiété après le débriefing : (0 : aucun stress ; 10 : stress le plus important imaginable)

A propos de la check-list :

Connaissez-vous l'existence de cette check-list HTM-SFAR avant cette séance ?

Si vous l'avez reçue pendant la séance, vous a-t-elle paru :

- Utile (0 : inutile ; 10 indispensable)
- Simple d'utilisation (0 : très complexe ; 10 : très facile)

Si vous ne l'avez pas reçue pendant la séance, pensez-vous qu'elle vous aurait été utile ?

Conclusion :

Quelle est votre appréciation globale de cette séance ? (0 : pas satisfait ; 10 : très satisfait)

Seriez-vous intéressés par la répétition de telles formations dans le cadre du CSU ?

Figure 11 : Questionnaire de fin de séance et EVA stress.

5. Objectif de l'étude

L'objectif de l'étude était l'évaluation de l'intérêt de l'utilisation de la *check-list* HTM-SFAR sur l'efficacité de la prise en charge d'une situation simulée d'hyperthermie maligne au bloc opératoire.

6. Critères de jugement

Le critère de jugement principal était la comparaison entre les 2 groupes, *check-list* et contrôle, du nombre d'items de prise en charge validés en adéquation avec les recommandations sur la prise en charge de l'hyperthermie maligne.

Les critères de jugement secondaires étaient la comparaison entre les 2 groupes :

- des compétences non-techniques (score ANTS),
- de la rapidité de la prise en charge (délai de réalisation des 5 axes principaux depuis la verbalisation du diagnostic),
- du stress ressenti avant, pendant la séance et après le débriefing (échelle d'auto-évaluation visuelle analogique allant de 0 à 100 (0 = aucun stress ; 100 = stress maximal)).

L'analyse des questionnaires permettait l'évaluation du réalisme de la séance de la séance, de l'adhésion au scénario et de l'utilisation de la *check-list*.

7. Statistiques

La comparaison bilatérale du nombre de tâches effectuées au sein du groupe *check-list* et du groupe contrôle a été réalisée par le test de Mann et Whitney, car l'effectif dans chacun des 2 groupes était inférieur à 30 volontaires.

Un effectif nécessaire de 24 sujets (12 par groupe) a été calculé par le service de bio-statistiques du CHU de Rouen. Celui-ci permettait de mettre en évidence une taille d'effet (différence des moyennes rapportée à l'écart-type) de 1,385 pour une puissance estimée de 80% au risque de première espèce alpha de 5%.

Les données sont exprimées en médianes ((premier-troisième interquartiles)[minimum-maximum]). La distribution des données a été supposée non

normale justifiant l'utilisation de tests non paramétriques. Un test bilatéral de Mann et Withney a été utilisé pour la comparaison des variables quantitatives. Un test exact de Fisher a été utilisé pour la comparaison des variables qualitatives. Ces tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel XLSTAT.

La représentation graphique des résultats est sous forme de *boxplots* avec médiane, premier et troisième interquartiles et valeurs minimale et maximale.

III) RESULTATS

1. Données démographiques

Le recueil des données a été réalisé entre novembre 2013 et juillet 2014. Au total, 24 médecins anesthésistes-réanimateurs exerçant au bloc opératoire dans les différents établissements de Haute-Normandie ont été inclus. Aucun d'entre eux n'avait participé à des séances de simulation dans le cadre de sa formation initiale.

Les groupes étaient comparables entre eux concernant le lieu d'exercice, le sexe, l'expérience en années depuis la thèse, la participation préalable à des séances de simulation, les révisions théoriques avant la séance et la fréquence annuelle de participation à la formation médicale continue (Tableau III).

Trois médecins du groupe *check-list* avaient une expérience de prise en charge d'une hyperthermie maligne au bloc opératoire, donnée non significative par rapport au groupe contrôle ($p=0,21$).

L'ensemble des participants a effectué le diagnostic d'hyperthermie maligne. Un participant dans chaque groupe a nécessité l'intervention de l'infirmier anesthésiste facilitateur pour verbaliser le diagnostic à 15 minutes du début du scénario. Les médianes du délai entre le début du scénario et la verbalisation du diagnostic positif étaient dans le groupe *check-list* de 397 secondes ((275-480)[225-950]) et dans le groupe contrôle de 315 secondes ((257,5-445)[180-900]). Les groupes étaient comparables entre eux sur ce point ($p=0,47$).

		<i>Check-list</i> (n=12)	Contrôle (n=12)	Total (n=24)	
Lieu d'exercice	CHU	6 (50%)	6 (50%)	12 (50%)	$p=1$
	Autres établissements publics	5 (42%)	3 (25%)	8 (33%)	$p=0,67$
	Etablissements privés	1 (8%)	3 (25%)	4 (17%)	$p=0,59$
Ratio Hommes/Femmes		6 (50%) / 6 (50%)	7 (58%) / 5 (42%)	13 (54%) / 11 (46%)	$p=1$
Expérience en années		14 ((9,5-23,5)[4-30])	20 ((14-29)[6-33])		$p=0,19$
Participation préalable à une séance de simulation		5 (42%)	3 (25%)	8 (33%)	$p=0,67$
Nombre de participations par an à une session de formation médicale continue		1,75 ((1-2,75)[0-3,5])	2,25 ((1,5-3)[0-3,5])		$p=0,46$

Tableau III : Données démographiques de la population d'étude.

2. Performances techniques d'adéquation aux recommandations

Les participants disposant de la *check-list* ont obtenu significativement de meilleures performances quant à l'adéquation aux recommandations. Les médianes du nombre d'items validés dans le groupe *check-list* et dans le groupe contrôle étaient respectivement de 24 ((21,5-25)[16-26]) et 18 ((15,5-19,5)[7-24]) ($p=0,002$) (Figure 12).

Les tâches réalisées de façon plus fréquente lors de l'utilisation de la *check-list* étaient l'administration de la dose adéquate de dantrolène ($p=0,04$), la poursuite du dantrolène après la dose de charge initiale ($p=0,001$), la pose de la sonde urinaire pour surveillance de la diurèse ($p=0,009$) et la prescription d'un bilan biologique complet recommandé ($p<0,001$) (Tableau IV).

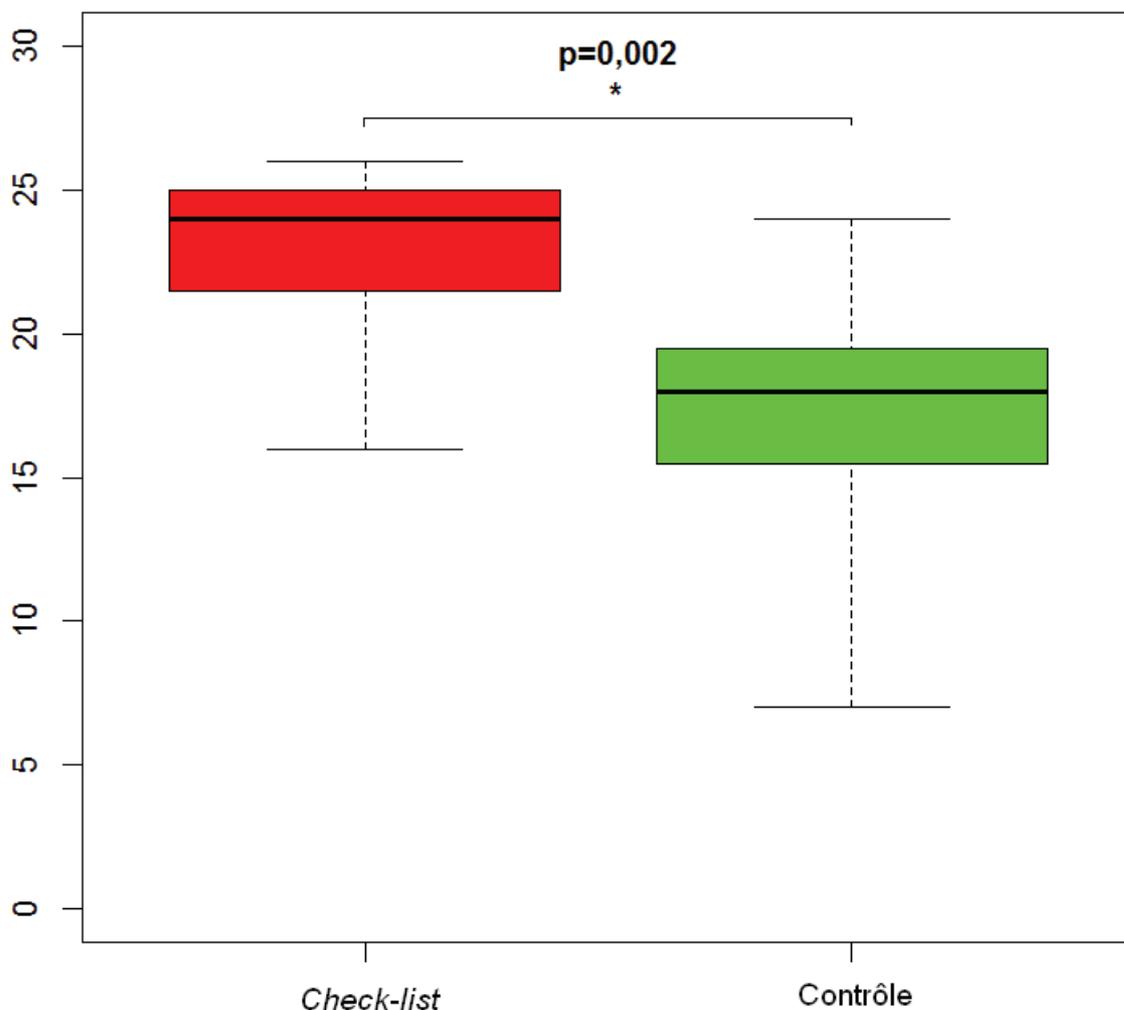


Figure 12 : Performances techniques d'adéquation aux recommandations.

Un point était attribué à chacun des 30 items extraits des recommandations (Tableau I), aboutissant ainsi à un score exhaustif sur 30 points (score minimal = 0 ; score maximal = 30).

	Check-list (n=12)	Contrôle (n=12)	Total (n=24)	
Pose d'une sonde thermique	12 (100%)	12 (100%)	24 (100%)	p=1
Surveillance rapprochée EtCO2	12 (100%)	10 (83%)	22 (92%)	p=0,48
Demande de renforts	9 (75%)	11 (92%)	20 (83%)	p=0,59
Demande du kit d'hyperthermie maligne	12 (100%)	12 (100%)	24 (100%)	p=1
Discussion de l'arrêt de la chirurgie	11 (92%)	12 (100%)	23 (96%)	p=1
Arrêt immédiat des halogénés	12 (100%)	12 (100%)	24 (100%)	p=1
Purge du circuit	9 (75%)	6 (50%)	15 (62,5%)	p=0,4
Dépose de la cuve d'halogénés	6 (50%)	3 (25%)	9 (37,5%)	p=0,4
FiO2 100%	12 (100%)	10 (83%)	22 (92%)	p=0,48
Hyperventilation (VM > 10 L/min)	10 (83%)	7 (58%)	17 (71%)	p=0,37
Relais hypnotiques IV	9 (75%)	9 (75%)	18 (75%)	p=1
Ouverture du circuit de ventilation (DGF > 10 L/min)	9 (75%)	7 (58%)	16 (67%)	p=0,67
2ème voie d'abord veineuse	8 (67%)	4 (33%)	12 (50%)	p=0,13
Dantrolène ≥ 2 mg/kg	12 (100%)	7 (58%)	19 (79%)	p=0,04
Dilution exacte	11 (92%)	6 (50%)	17 (71%)	p=0,07
Contrôle des signes cliniques	10 (83%)	6 (50%)	16 (67%)	p=0,11
Poursuite du dantrolène si besoin	12 (100%)	4 (33%)	16 (67%)	p=0,001
Refroidissement par moyens externes	11 (92%)	10 (83%)	21 (87,5%)	p=1
Refroidissement par moyens internes	4 (33%)	3 (25%)	7 (29%)	p=1
NaCl 0,9% réfrigéré : 15 ml/kg IV	6 (50%)	6 (50%)	12 (50%)	p=1
Bicarbonates 1,4 % : 1 mEq/kg	7 (58%)	6 (50%)	13 (54%)	p=1
Pas de Ringer Lactate	11 (92%)	10 (83%)	21 (87,5%)	p=1
Insuline/glucose	5 (42%)	1 (8%)	6 (25%)	p=0,15
Gluconate de calcium 2g	0 (0%)	1 (8%)	1 (4%)	p=1
Utilisation d'anti-arythmiques sauf inhibiteurs calciques	1 (8%)	1 (8%)	2 (8%)	p=1
Pose d'une sonde urinaire	11 (92%)	4 (33%)	15 (62,5%)	p=0,009
Bilan biologique complet	9 (75%)	0 (0%)	9 (37,5%)	p< 0,001
Appel pour transfert en réanimation	12 (100%)	11 (92%)	23 (96%)	p=1
Hospitalisation en réanimation au moins 24h	12 (100%)	10 (83%)	22 (92%)	p=0,48
Information ultérieure du patient et de sa famille	10 (83%)	9 (75%)	19 (79%)	p=1

Tableau IV : Fréquence de validation de chacun des items du score d'adéquation aux recommandations.

3. Performances et délai d'initiation des axes majeurs de prise en charge de l'HTM

Le nombre d'axes majeurs mis en place par les médecins disposant de la *check-list* était de 5/5 ((4-5)[3-5]) et seulement de 4/5 en l'absence du document ((2,5-4,5)[1-5]). Cette différence n'était cependant pas significative ($p=0,056$) (Figure 13 et Tableau V). L'hyperventilation et le traitement probabiliste de l'hyperkaliémie étaient les axes omis le plus souvent (par 5 participants sur 12 dans le groupe contrôle (42%) vs 2 sur 12 dans le groupe *check-list* (17%) pour chacun de ces items).

Aucune différence significative n'a été retrouvée concernant le délai d'initiation de ces axes majeurs. Cependant, les médecins du groupe *check-list* ont plus rapidement atteint une dose supérieure à 2 mg/kg de dantrolène que ceux du groupe contrôle (Figure 14 et Tableau V) ($p=0,017$).

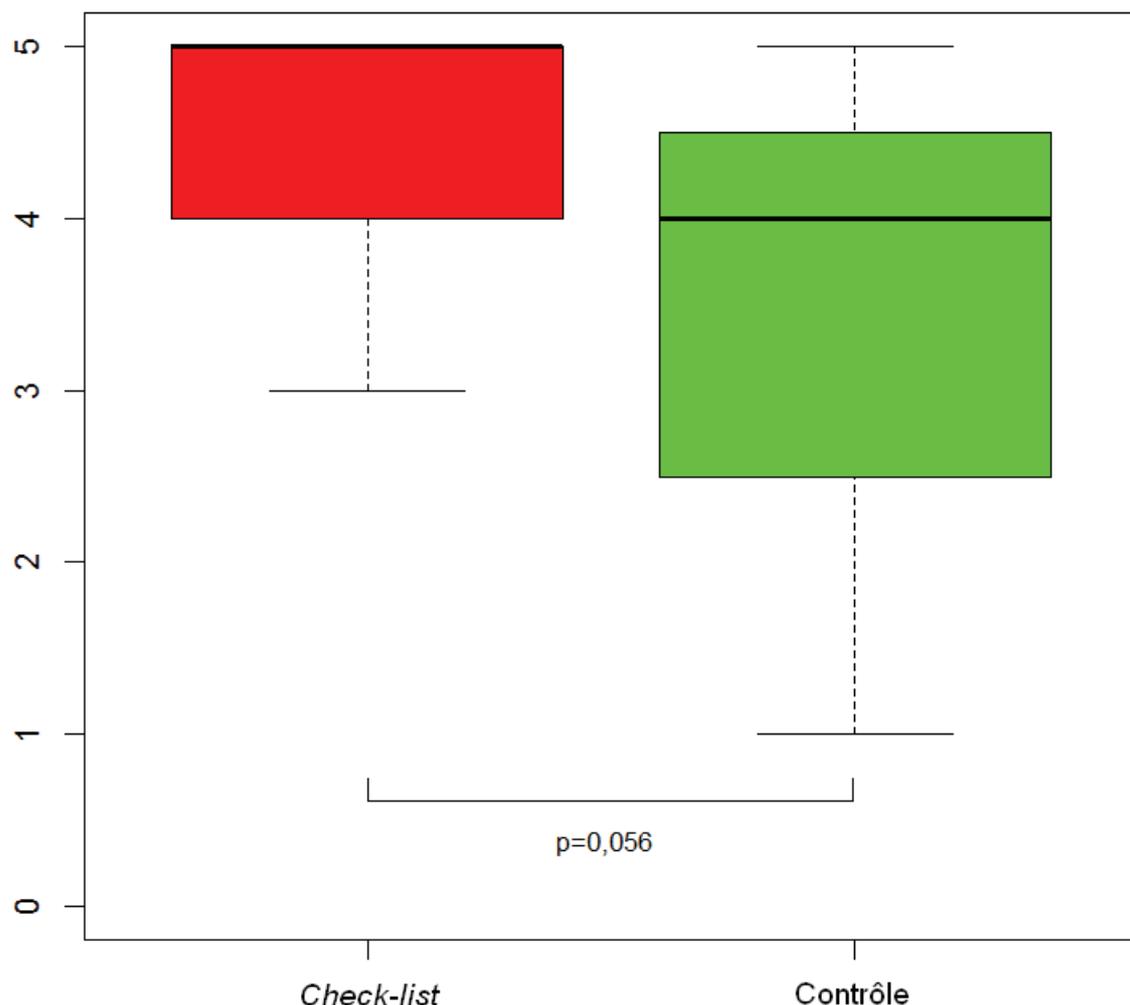


Figure 13 : Nombre d'axes majeurs initiés.

Un point était attribué à chacun des 5 axes majeurs de prise en charge : arrêt des halogénés, mise en route du dantrolène, refroidissement, hyperventilation, traitement de l'hyperkaliémie aboutissant ainsi à un score sur 5 points (score minimal = 0 ; score maximal = 5).

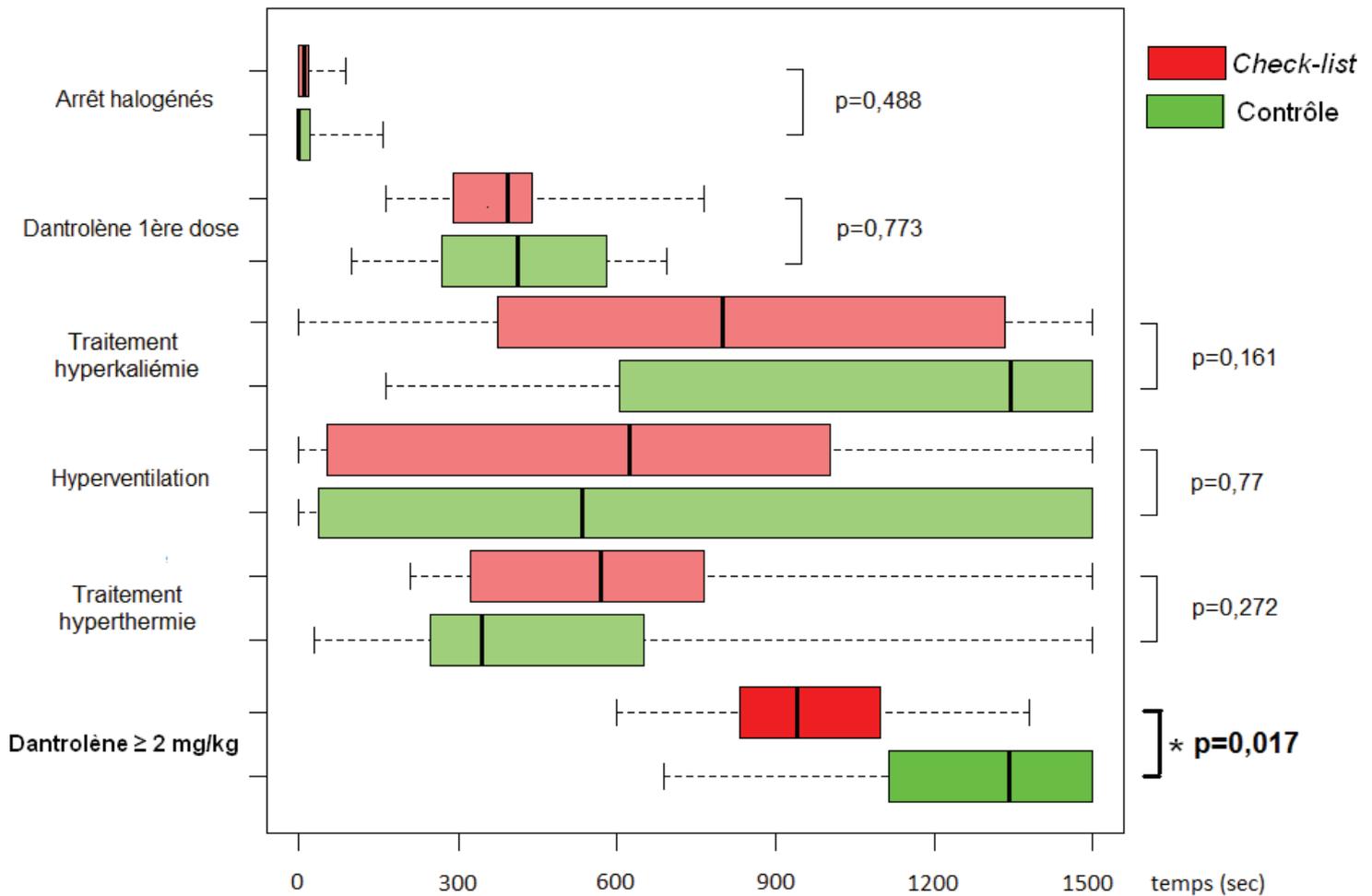


Figure 14 : Délai d'initiation des axes majeurs de prise en charge de l'hyperthermie maligne.

Le temps était décompté à partir de la verbalisation du diagnostic et exprimé en secondes. Un temps maximal de 1500 secondes (soit 25 minutes, durée maximum du scénario) était attribué si l'action n'était pas réalisée.

	Check-list	Contrôle	
Score simplifié /5	5 ((4-5)[3-5])	4 ((2,5-4,5)[1-5])	p=0,056
Arrêt halogénés	10 ((0-20)[0-90])	0 ((0-22,5)[0-160])	p=0,488
Dantrolène 1ère dose	395 ((292,5-440)[165-795])	415 ((270-582,5)[100-695,5])	p=0,773
Traitement hyperkaliémie	802,5 ((377,5-1335)[0-1500])	1377,5 ((610-1500)[165-1500])	p=0,161
Hyperventilation	625 ((55-1005)[0-1500])	535 ((37,5-1500)[0-1500])	p=0,77
Traitement hyperthermie	570 ((325-767,5)[210-1500])	347,5 ((250-652,5)[30-1500])	p=0,272
Dantrolène ≥ 2 mg/kg	942,5 ((835-1100)[600-1380])	1342,5 ((1115-1500)[690-1500])	p=0,017

Tableau V : Performances et délai d'initiation des axes majeurs de prise en charge de l'hyperthermie maligne.

4. Score ANTS

Les performances non-techniques, mesurées par le score ANTS, étaient significativement meilleures parmi les participants du groupe *check-list* (56,5 ((47,5-58)[33-60])) par rapport à ceux du groupe contrôle (48,5 ((41-50,5)[29-57]))(p=0,024) (Figure 15).

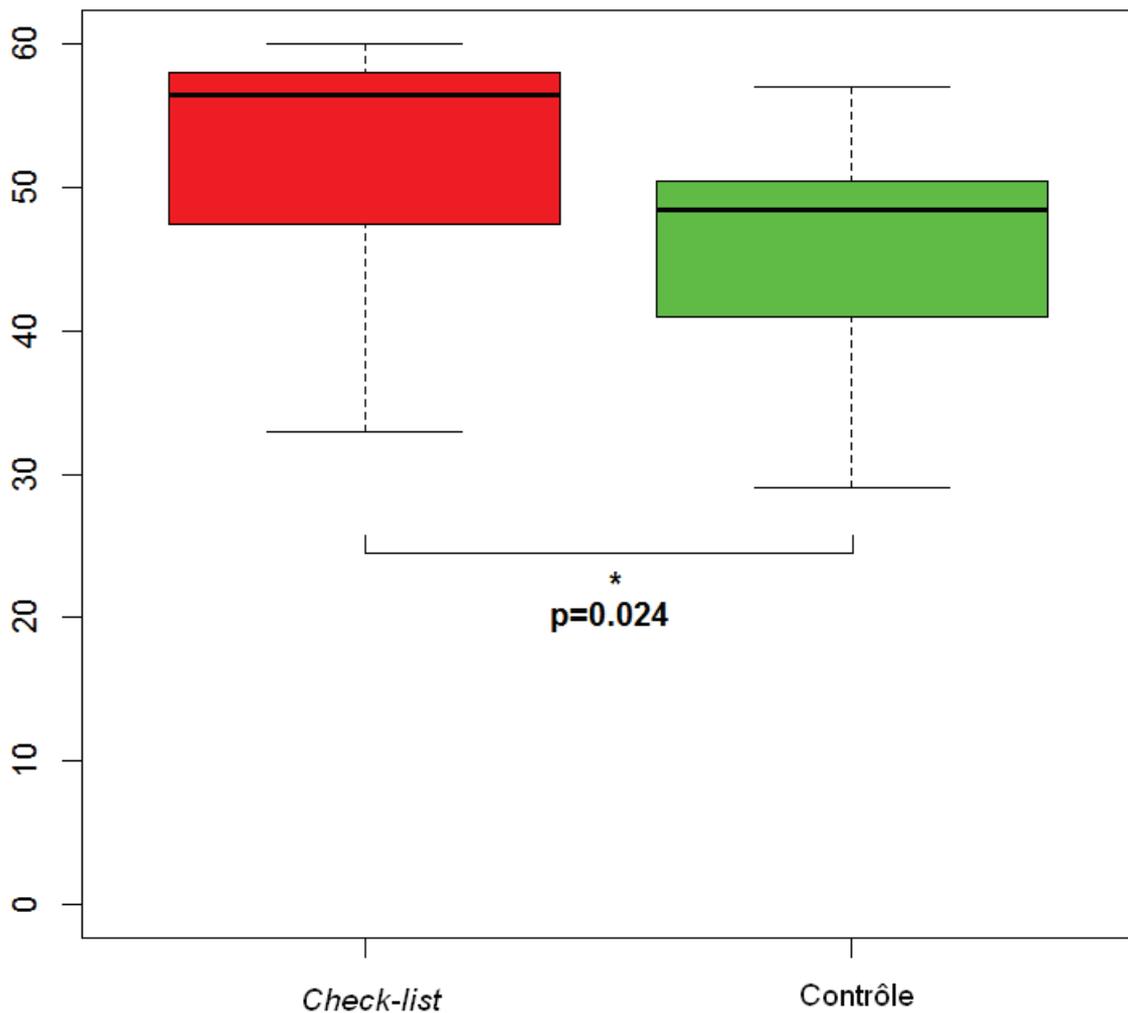


Figure 15 : Score ANTS.

Score de performance non technique d'après Fletcher (Tableau II) (score minimal = 0 ; score maximal = 60).

5. Auto-évaluation du stress

Les médecins du groupe *check-list* ont déclaré ressentir un stress significativement plus important avant la séance ($p=0,013$).

Aucune différence significative n'a été mise en évidence concernant le niveau de stress pendant la séance ($p=0,211$) (Figure 16).

La mise en situation augmentait de façon significative le stress des participants ($p=0,048$ dans le groupe *check-list*, $p=0,004$ dans le groupe contrôle). La fin de la séance était marquée par une réduction significative du stress ressenti ($p<0,0001$).

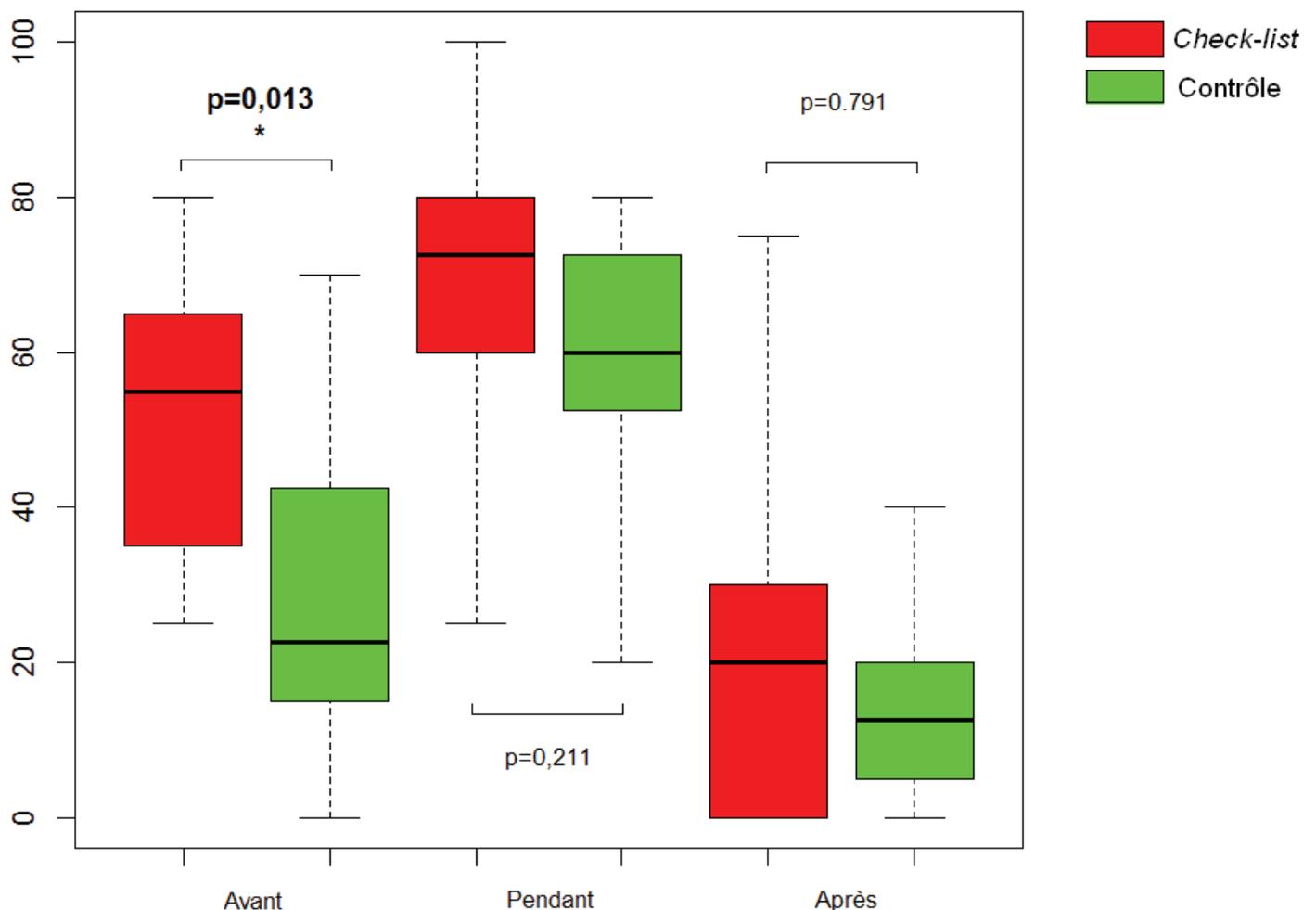


Figure 16 : Auto-évaluation du stress.

Mesures par du stress ressenti par les participants par échelle visuelle analogique (score minimal = 0 ; score maximal = 100), avant, pendant et après la séance.

6. Evaluation de la séance

Dix-sept médecins (71%) ont attribué des notes égales ou supérieures à 80 sur 100 sur chacun des critères (réalisme de l'environnement et du mannequin, réalisme de la séance, degré d'implication personnelle, satisfaction globale). Ces données étaient similaires entre les groupes (Figure 17).

Les 24 volontaires ont déclaré être intéressés pour participer des séances de simulation ultérieurement.

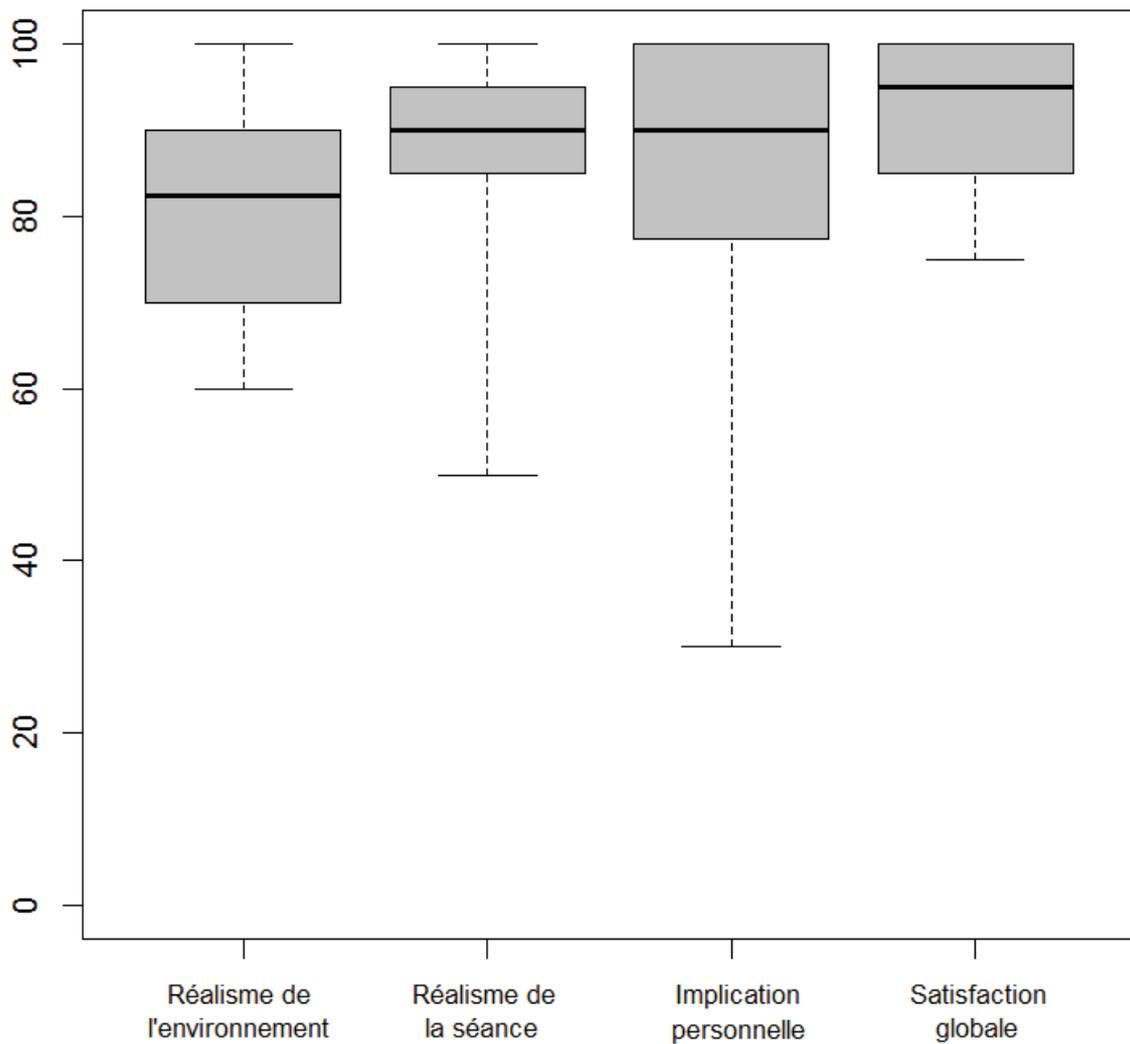


Figure 17 : Evaluation de la séance par l'ensemble des participants.

Mesures par EVA sur le questionnaire remis en fin de séance (score minimal = 0 ; score maximal = 100).

7. Evaluation de la *check-list*

Dix-huit participants (75%) connaissaient l'existence de la *check-list* avant l'inclusion. Tous les médecins du groupe contrôle ont estimé que celle-ci leur aurait été utile. Tous ceux l'ayant eu à disposition ont également reconnu son bénéfice.

Concernant la simplicité d'utilisation, le score attribué par les participants était de 65 ((50-72,5)[40-100]) (Figure 18).

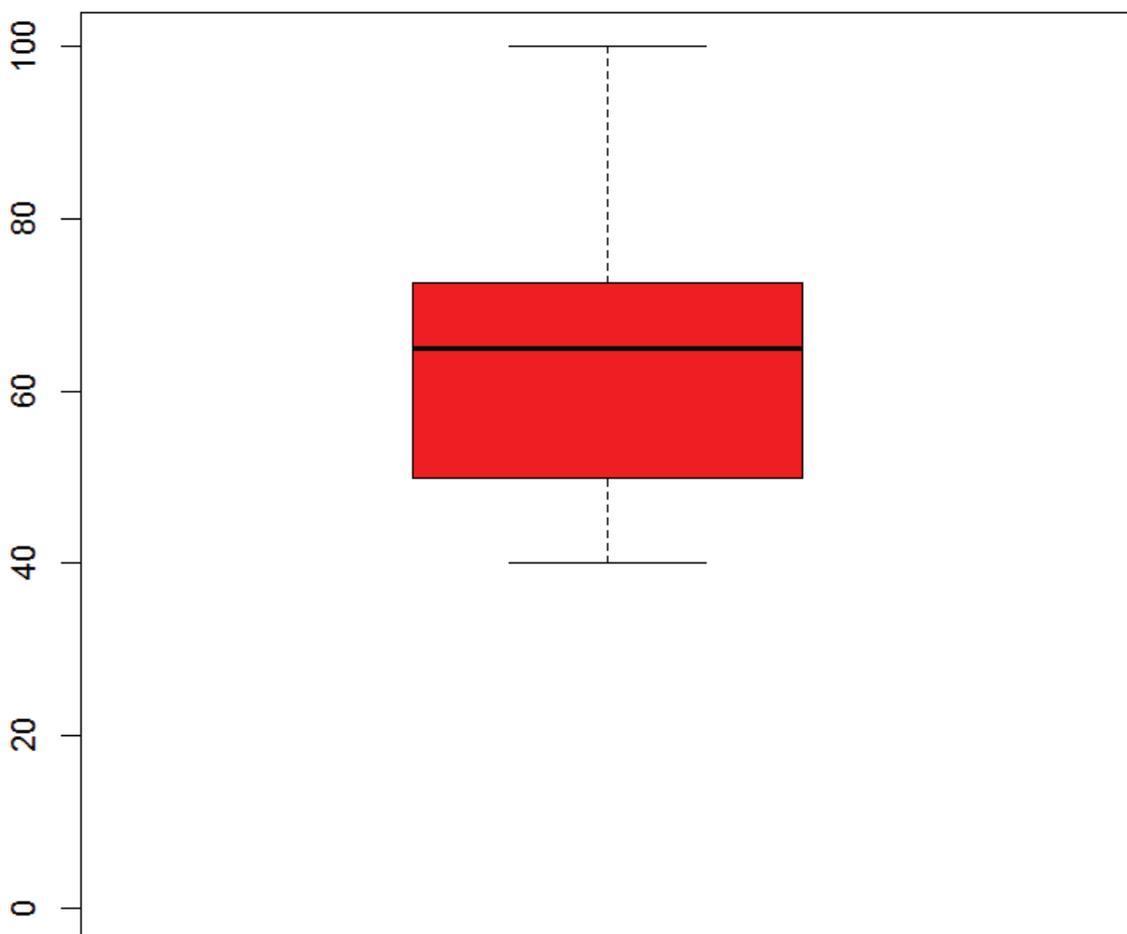


Figure 18 : Evaluation de la simplicité d'utilisation de la *check-list* HTM-SFAR par les participants du groupe *check-list*.

Mesures par échelle visuelle analogique sur le questionnaire remis en fin de séance (score minimal = 0 ; score maximal = 100).

IV) DISCUSSION

L'hyperthermie maligne, avec une incidence de 1 pour 50 000 à 100 000 anesthésies générales, sa gravité potentielle, la multiplicité de tâches à effectuer pour sa prise en charge aboutissant à la mise en place nécessaire d'une gestion d'équipe élaborée, est l'archétype du scénario de simulation haute-fidélité. Mais elle est aussi, par ces mêmes arguments, la situation clinique idéale dans laquelle une aide cognitive telle la *check-list* pourrait trouver tout son intérêt.

A notre connaissance, aucune étude n'a évalué la fiche d'urgence HTM-SFAR et ceci semble nécessaire dans l'élaboration et la validation d'outils d'assistance à la prise en charge de situations urgentes (33).

Les résultats de notre étude montrent ainsi que l'utilisation de la *check-list* HTM-SFAR, tirée des Recommandations Formalisées d'Experts nationales, est associée à une amélioration importante de l'adéquation aux recommandations de prise en charge de l'hyperthermie maligne.

Les tâches supplémentaires réalisées grâce à l'utilisation de la *check-list* étaient l'administration de la dose adéquate de dantrolène, la poursuite du dantrolène après la dose de charge initiale, la pose de la sonde urinaire pour surveillance de la diurèse et la prescription d'un bilan biologique complet recommandé. La survenue d'une crise aiguë d'hyperthermie maligne étant exceptionnelle et certains aspects du traitement (dont la prescription de dantrolène) restant spécifiques à cette pathologie, il est en effet compréhensible que les médecins anesthésistes ne soient pas aussi précis et exhaustifs dans leur prise en charge sans aide cognitive. Harrison *et al.* ont retrouvé sur une population de 48 internes gérant un cas simulé d'hyperthermie maligne une corrélation entre les scores de performance (sur 25), la rapidité de la prise en charge et la fréquence d'utilisation d'une aide cognitive (poster avec les recommandations de la *Malignant Hyperthermia Society of the United States*). L'amélioration des performances médicales concernait particulièrement l'administration de dantrolène à dose recommandée (34).

On remarquait même, dans notre étude, une mise en application de l'ensemble des 5 axes majeurs de prise en charge de l'hyperthermie maligne probablement plus systématique lorsque les praticiens disposaient du document. Cependant, l'effectif de l'étude n'ayant pas été calculé dans cet objectif, la différence n'était statistiquement pas significative.

Le bénéfice de l'utilisation de *check-lists* sur la prise en charge et la réduction des erreurs médicales a également été mis en évidence, de façon similaire, dans d'autres situations d'urgence telles que la toxicité systémique aux anesthésiques locaux, le choc anaphylactique ou l'arrêt cardio-respiratoire... (52-58).

Dans notre étude, l'utilisation de la *check-list* a également influencé la rapidité de la prise en charge. Si l'ensemble des participants a débuté l'administration de dantrolène, avec un délai comparable entre les groupes, les utilisateurs de la *check-list* ont poursuivi ce traitement jusqu'à la dose recommandée de 2 mg/kg plus fréquemment et plus rapidement (Tableaux IV et V). La plupart des médecins du groupe contrôle connaissaient spontanément la dose initiale exacte de dantrolène, mais certains marquaient une hésitation en voyant le nombre de flacons que cette dose représentait et avaient parfois tendance à n'en administrer qu'une partie dans un premier temps, puis à réévaluer l'évolution clinique avant d'injecter le reste. Seulement 7 médecins (58%) du groupe contrôle ont finalement atteint et dépassé la dose recommandée de 2 mg/kg alors qu'ils étaient 12 (100%) dans le groupe *check-list*. Avec l'indication de la dose, les participants du groupe *check-list* n'hésitaient pas et indiquaient aux facilitateurs de ne pas arrêter l'administration avant d'avoir atteint le nombre correspondant de flacons. Nous avons également noté une tendance à prendre plus rapidement en charge l'hyperkaliémie dans le groupe *check-list*. L'utilisation optimale d'une aide cognitive avait déjà été retrouvée comme corrélée à la rapidité de prise en charge d'une situation similaire (34). La Fondation Australienne pour la Sécurité du Patient (*Australian Patient Safety Foundation*) a estimé, dans une étude rétrospective sur 2 000 patients, que l'utilisation d'un algorithme de réflexion sur la prise en charge d'urgences médicales pourrait permettre de rectifier 60% de prises en charge de crises complexes en moins d'une minute (59).

A l'inverse, les traitements symptomatiques usuels étaient engagés dans des délais comparables entre les groupes. Ces tâches sont communes à la gestion d'autres types d'urgence dans la pratique quotidienne, il est donc compréhensible qu'elles soient bien intégrées par la majorité des anesthésistes.

L'utilisation de la fiche d'urgence s'associait également à une amélioration des compétences non-techniques. Notre interprétation est que l'aide cognitive pourrait

faciliter au médecin l'effort intellectuel liée à la restitution des connaissances et préserver ainsi sa concentration pour les autres aspects de la gestion de la crise (hiérarchisation des tâches à effectuer et répartition de celles-ci entre les membres de l'équipe). L'influence des *check-lists* sur le score ANTS a peu été évaluée dans la littérature. Neal *et al.* ont mis en évidence une amélioration des compétences non-techniques liée à une utilisation complète de la *check-list*, en particulier au niveau de la prise de décision, sur un scénario de toxicité systémique aux anesthésiques locaux (52), un bénéfice sur le sentiment de confiance en soi a également été retrouvé (57, 58). A l'inverse, une étude canadienne n'a pas pu établir de différence entre les groupes. Cependant, les participants avaient montré une très faible utilisation de l'outil au cours de la séance (60). Burden *et al.* ont, quant à eux, relevé de manière étonnante un moindre échange d'informations dans l'équipe lors de l'utilisation d'une aide cognitive avec malgré tout une performance maximale lors de l'utilisation du protocole de prise en charge. Une des hypothèses proposées était que l'information échangée pourrait être de meilleure qualité et moins parasitée par des informations peu pertinentes (54).

Par ailleurs, la prise en charge de situations d'urgence, qu'elles soient réelles ou simulées, est à l'origine d'un stress intense chez les professionnels pouvant, dans certains cas extrêmes, nuire à leur efficacité (61, 62). Dans notre étude, les niveaux de stress rapportés par les participants étaient similaires entre les deux groupes. Ainsi, le bénéfice de l'utilisation de la *check-list* ne s'expliquerait pas seulement par une réassurance apportée par cette aide cognitive.

Un des points forts de cette étude était que les participants étaient des médecins anesthésistes en exercice, contrairement à la majorité des études n'incluant que des médecins en formation initiale. Le fait d'avoir inclus des médecins sur la base du volontariat pourrait avoir constitué un biais de recrutement en excluant les médecins les moins motivés par la formation médicale continue. Cependant, la démographie de notre échantillon (âge, sexe, années d'exercice...) (Tableau III) et en particulier les modes d'exercice divers des participants (CHU, CHG, centres privés), étaient assez proches de la démographie actuelle de l'anesthésie en France (63).

Cette étude comportait malgré tout plusieurs limites.

Premièrement, le mode d'évaluation de la *check-list* était la simulation haute-fidélité et non pas une étude sur des cas réels. Cependant, du fait de l'incidence extrêmement faible des situations de crise au bloc opératoire et en particulier de l'hyperthermie maligne, aucune étude de fort niveau de preuve n'est possible pour évaluer l'impact d'utilisation d'aides cognitives. Les études sur le sujet sont soit des cas cliniques, soit des études rétrospectives observationnelles avec toutes les limites qu'elles comportent et en particulier l'absence de reproductibilité de chaque cas (64, 65). C'est pourquoi la simulation est la méthode d'évaluation la plus utilisée dans la littérature par la reproductibilité qu'elle apporte en particulier dans la contextualisation de situations de crise de la façon la plus réaliste possible (modifications des constantes vitales, gestion d'équipe, environnement...) (34, 52-58, 60, 66, 67). Aussi, le niveau de réalisme du cas simulé dans cette étude était extrêmement élevé puisque 17 participants (71%) allaient jusqu'à donner une note supérieure à 80/100 à l'ensemble des critères (réalisme du mannequin et de l'environnement, de la situation clinique, degré d'implication).

Ensuite, le recueil de données n'était pas effectué en aveugle. Il n'était en effet pas possible d'observer la séance sans savoir si le médecin disposait de la *check-list* ou non, celle-ci lui étant fournie au cours de la séance. Une des possibilités pour contourner ce biais aurait pu être d'utiliser des évaluateurs naïfs de l'objectif de l'étude et différents entre les deux groupes, mais pour des raisons logistiques, ceci semblait difficile.

Enfin, un seul participant était évalué et non le fonctionnement d'une équipe entière (IADE, MAR, IBODE, chirurgien...). Malgré tout, le médecin anesthésiste-réanimateur est dans ces situations un des leaders "naturels" de prise en charge, de par sa formation polyvalente, ses compétences médicales et son implication organisationnelle au sein du bloc opératoire. Il nous semblait donc justifié de le mettre au centre de l'évaluation de cette *check-list* élaborée par sa propre société savante. Les réactions et dialogues des facilitateurs étaient scénarisés pour pouvoir apprécier le rôle de décideur et de gestionnaire d'équipe évalué par le score ANTS de façon comparable. Nous pourrions à l'avenir inviter des équipes complètes ayant l'habitude de travailler en commun pour l'évaluation spécifique du travail d'équipe.

L'utilisation de la *check-list*, malgré le bénéfice indiscutable retrouvé dans notre étude, ne nous a pas semblé malgré tout optimale. En effet, certains points majeurs de la prise en charge n'ont pas été réalisés par l'ensemble des participants disposant de la *check-list*. Ainsi, dans ce groupe, deux participants n'ont pas hyperventilé le patient, ceci même avec des concentrations expirées en CO₂ dépassant les 65 mmHg. La moitié des médecins, malgré l'aide cognitive, n'a pas mis en route de mesure de refroidissement autre que découvrir le patient et arrêter la couverture à air pulsé chauffante. Plus de la moitié des participants n'a pas débuté un traitement probabiliste des conséquences de l'hyperkaliémie et de l'acidose métabolique par administration de bicarbonates, de mélange insuline/glucosé ou de gluconate de calcium. Ils attendaient le plus souvent de disposer du résultat du bilan biologique, quand il était prélevé et qui mettait 15 minutes à leur parvenir, et ceci malgré l'apparition de troubles du rythme typiques devenant rapidement menaçants (troubles de conduction sévères, extrasystoles, salves de tachycardie ventriculaire...).

Nous avons en effet remarqué que les médecins consultaient la fiche le plus souvent de façon fractionnée au cours de la séance afin de rechercher une information précise. Une fois cette information obtenue, ils avaient souvent tendance à laisser la *check-list* de côté. Cette utilisation semblait donc ne pas suivre un ordre hiérarchisé ou chronologique de prise en charge mais plus servir de réassurance sur la précision d'une tâche donnée. Dans l'étude américaine sur l'hyperthermie maligne, les équipes ayant obtenu les meilleurs scores de performance avaient lu à haute voix le poster et vérifié oralement la réalisation de chaque tâche par étapes (34). Un seul participant dans notre étude a chargé un facilitateur de lire à voix haute la *check-list*. L'introduction en cours de scénario d'un lecteur désigné, diminuant ainsi la charge de travail du *leader*, s'est de la même façon avérée bénéfique sur les performances et la communication au sein d'équipes d'internes américains en scénario d'arrêt cardiaque en contexte obstétrical et d'hyperthermie maligne (54).

Un des éléments majeurs dans l'utilisation des aides cognitives est la familiarisation à l'outil (33). La fiche HTM-SFAR est un document accessible à l'ensemble des praticiens de manière libre et gratuite sur le site de la SFAR et il a été associé à une Recommandation Formalisée d'Experts régulièrement et récemment mise à jour (Figure 5). Cependant, seulement 75% des participants avaient

connaissance de l'existence de ce document. Une sensibilisation et une formation à l'utilisation de cette *check-list* paraît donc nécessaire afin d'en tirer un bénéfice maximal. Ceci semble vrai pour ce cas précis, mais c'est toute notre culture médicale qui doit aussi se modifier afin d'intégrer de manière naturelle ces outils. En effet, plusieurs commentaires de participants dans des études similaires faisaient état d'une gêne à utiliser l'aide cognitive, la ressentant comme un aveu de manque de connaissance ou de compétence (34, 60). Une éducation des professionnels quant à l'utilisation des aides cognitives est recommandée dans la littérature, celles-ci se révélant plus profitables avec des équipes entraînées à leur utilisation (44, 68). Leur intégration dans la culture médicale implique néanmoins un travail à long terme. L'adhésion des professionnels ne repose pas sur une diffusion passive des fiches d'urgence dans les services, mais sur une communication autour de leur présence et une familiarisation à leur utilisation au cours de la formation médicale et des séances de simulation. La motivation des médecins sera renforcée par la conviction d'un bénéfice sur leurs performances. Des enquêtes et questionnaires dans les services pourraient permettre de contrôler l'adhésion aux *check-lists* et de les mettre à jour en fonction des différentes remarques. Ces outils n'ont pas pour autant pour vocation de remplacer les connaissances théoriques des professionnels de santé mais à en augmenter l'efficacité. L'incitation à utiliser des *check-lists* ne doit donc pas empiéter sur la formation initiale des médecins et leur utilisation en contexte d'urgence ne doit pas retarder la réalisation d'un geste vital immédiat tel que le massage cardiaque ou la défibrillation (28, 33, 44, 69, 70).

Au-delà de la simple utilisation ou non des aides cognitives, la forme sous laquelle elles se présentent, leur contenu et leur structure semblent eux aussi primordiaux.

Dans notre étude, l'appréciation des médecins concernant la simplicité d'utilisation de la *check-list* SFAR était mitigée (score médian de simplicité d'utilisation à 65/100, 100 étant la valeur indiquant une simplicité d'utilisation maximale) (Figure 18). En effet, si l'ensemble des participants a reconnu l'utilité de cet outil, la plupart d'entre eux signalaient au cours du débriefing que le parcours de prise en charge décrit leur avait semblé, dans ce contexte d'urgence, difficile à suivre. Plusieurs n'avaient pas remarqué la chronologie de la *check-list* symbolisée par les flèches entre les cases (lecture spontanée de haut en bas plutôt que de

gauche à droite...). Par ailleurs, la hiérarchisation des points majeurs ne leur semblait pas toujours mise en valeur malgré l'utilisation de majuscules, de caractères en gras... Certaines précisions ont été signalées comme manquantes pour assurer la mise en route efficace et rapide d'actions non effectuées quotidiennement (exemples pratiques de dose de dantrolène, proposition de doses d'insuline/glucose pour le traitement de l'hyperkaliémie, d'un agent hypnotique en relais de sédation, paramètres précis d'adaptation de la ventilation mécanique, indication plus franche de l'administration de bicarbonates avec un exemple, détails sur les manœuvres de refroidissement...). Une fiche de présentation différente, pouvant correspondre à certaines de ces attentes, avait d'ailleurs été proposée par la SFAR dans une précédente version de ses recommandations (Figure 6). Cependant, celle-ci n'est actuellement plus disponible en ligne.

Comme nous avons pu l'illustrer, les critères de qualité des *check-lists* sont donc déterminants. Pour que l'aide cognitive soit la plus profitable possible dans l'urgence, son contenu devrait être clair et synthétique, quel que soit son format (feuille simple, manuel, poster, page internet, application pour téléphone ou tablette). Certains formats pourraient d'ailleurs être plus adaptés. L'aide cognitive devrait comporter un résumé des recommandations des sociétés savantes sous forme de mots-clés et selon une mise en page (police et taille du texte, code couleur, système de flèches) permettant une lecture facile et rapide. Les tâches à effectuer devraient être présentées par étapes selon un ordre logique, en veillant à ne pas diluer les informations importantes et générer paradoxalement des oublis (Figures 19 et 21) (28, 34, 36). Habituellement élaborées par une équipe multidisciplinaire (experts, cliniciens, directeurs, spécialistes en simulation ou en aides cognitives), les *check-lists* doivent ainsi être évaluées par des cliniciens en situation pratique, le plus souvent dans le cadre de la simulation comme nous avons pu le faire dans notre étude (33, 53, 68). Cette étape permet de dépister les imprécisions du prototype et d'en optimiser l'ergonomie. Par exemple, lors de l'évaluation d'une fiche spécifique au traitement de l'hyperthermie maligne, l'équipe de Stanford s'est rendu compte qu'un système de flèches incitait plus souvent les médecins à tourner la page qu'une mention écrite et qu'un nombre indicatif d'ampoules de dantrolène à injecter (9 ampoules pour 70kg) permettait une administration plus rapide et évitait les difficultés liées aux calculs de doses (Figure 21) (33). Ces aides cognitives doivent se référer à des situations graves, impliquant une prise en charge complexe dont la rapidité et

l'efficacité ont un rôle déterminant dans l'évolution du patient. Elles peuvent aussi concerner des problèmes courants tels que l'hypoxémie ou l'hypotension qui se révèlent réfractaires aux traitements « réflexes » de première ligne (augmenter la fraction d'oxygène inspiré, débiter un remplissage vasculaire...) (68). Les *check-lists* peuvent être réunies dans un manuel d'urgence, qui doit être organisé de manière à retrouver rapidement la fiche désirée (système de marque-page) (Figure 20). L'endroit choisi pour installer la fiche d'urgence ou le manuel dans la salle d'intervention est également déterminant : l'outil doit être mis en évidence et facilement accessible pour rappeler sa présence à l'équipe, sans pour autant bloquer l'utilisation du matériel quotidien ou d'urgence (33). Les études menées dans l'aviation (71), l'industrie du nucléaire (72) et la médecine (73) ont montré qu'une *check-list* ne respectant pas ces critères de qualité peut provoquer une mauvaise séquence d'actions avec des conséquences néfastes.

2: Anaphylaxis

Condition: Suspected anaphylaxis (consistent history, urticaria, hypotension, bronchospasm).

Objective: Restore hemodynamic stability, abort reaction.

- Call for help.
- Potential causative agents removed?
- FiO₂ increased to 100%?
- Epinephrine given?
(Epinephrine dose may be repeated every 1-2 minutes as clinically indicated).
- Airway established/secured?
- IV access adequate?
- IV fluids opened and/or fluid bolus given at high rate?
- If no response: begin IV epinephrine infusion (rate: 1-4 µg/minute).

Have we considered:

- Termination of the procedure to focus on resuscitation?
- Vasopressin? (40 Units IV; for patients with continued hypotension)
- Albuterol? (if bronchospasm a prominent feature)
- Diphenhydramine (25-50mg IV)?
- H₂ blockers (e.g. ranitidine 50mg IM/IV; cimetidine 300mg IM/IV)?
- Glucagon? (1-2 mg IV or IM every 5 minutes, in patients taking beta blockers)
- Hydrocortisone (100 mg IV)?
- Tryptase level? (useful to guide future management)

Common causative agents:
Neuromuscular blocking agents, latex products (gloves, blood pressure cuff, Foley catheter), chlorhexidine, IV colloids.

Drug Doses:

- **Epinephrine doses:**
1 to 5 cc (0.1-0.5 mg) IV, depending on severity, diluted 1:10,000 before bolus.
- 0.3 cc (0.3 mg) IM if no IV access (diluted 1:1,000).
- **If cardiac arrest:** give 1 mg epinephrine IV, begin ACLS and GO TO: Cardiac Arrest – Asystole/PEA Checklist or Cardiac Arrest – VF/VT Checklist.

Figure 19 : Exemple de *check-list* sur l'anaphylaxie développée par un panel d'experts américains (53).

EMERGENCY NUMBERS	
LOG ONTO WWW.AQIARRS.ORG TO REPORT ADVERSE EVENTS & NEAR MISSES HTTP://EMERGENCYMANUAL.STANFORD.EDU TO DOWNLOAD FREE COPY WITH CC LICENSING	
<p>ACLS</p> <p>Asystole 1</p> <p>Bradycardia - Unstable 2</p> <p>PEA 3</p> <p>Tachycardia - Unstable SVT 4</p> <p>VF/VT 5</p> <p>CRITICAL EVENTS: NON-ACLS</p> <p>Amniotic Fluid Embolism 6</p> <p>Anaphylaxis 7</p> <p>Bronchospasm 8</p> <p>Delayed Emergence 9</p> <p>Difficult airway - Unanticipated 10</p> <p>Hemorrhage - MTG 11</p>	<p>Hypotension 12</p> <p>Hypoxemia 13</p> <p>Local Anesthetic Toxicity 14</p> <p>Malignant Hyperthermia 15</p> <p>Myocardial Ischemia 16</p> <p>O₂ Failure 17</p> <p>Pneumothorax 18</p> <p>Power failure 19</p> <p>Tachycardia- Stable SVT 20</p> <p>Total Spinal Anesthesia 21</p> <p>Transfusion Reaction 22</p> <p>Venous Air Embolus 23</p> <p>CRISIS RESOURCE MANAGEMENT 24</p>
<p style="font-size: 24px; font-weight: bold; margin: 0;">EMERGENCY MANUAL</p> <p style="font-size: 12px; margin: 0;">COGNITIVE AIDS FOR PERIOPERATIVE CRITICAL EVENTS 2013 V1.1</p> <p style="font-size: 12px; margin: 0;">STANFORD ANESTHESIA COGNITIVE AID GROUP</p>	

Figure 20 : Index du *Stanford Emergency Manual* (33).

MALIGNANT HYPERTHERMIA

By Stanford Anesthesia Cognitive Aid Group and Henry Rosenberg, MD

SIGNS

EARLY:

1. Increased ETCO_2
2. Tachycardia
3. Tachypnea
4. Mixed Acidosis (ABG)
5. Masseter spasm/ trismus
6. Sudden cardiac arrest in young person due to hyperkalemia

May be LATER:

1. Hyperthermia
2. Muscle rigidity
3. Myoglobinuria
4. Cardiac Arrest

CALL FOR HELP

CALL FOR MH CART

INFORM TEAM

START PREPARING DANTROLENE!

DDX

- Light anesthesia
- Hypoventilation
- Over-heating (external)
- Thyroid storm
- Pheochromocytoma
- Hypoxemia
- Insufflation of CO_2

Continued
on
Next Page

TREATMENT

1. **Discontinue** anesthetic triggers (volatiles and succinylcholine) and **increase** fresh gas flow to 10 L/min. Do **NOT** change machine or circuit
2. **Halt procedure.** If emergent, continue with non-triggering anesthetic
3. **Hyperventilate.** FIO_2 100%, high flow O_2
4. **Assign several people to prepare 2.5 mg/kg IV Dantrolene bolus.** Dilute **each 20 mg Dantrolene vial in 60 mL preservative-free sterile water** (for 70kg person give 175 mg so prepare 9 vials of 20 mg Dantrolene each as above)
5. **Rapidly administer dantrolene.** Continue giving until patient stable (may give up to 10 mg/kg)
6. **Administer** sodium bicarbonate 1-2 mEq/kg for metabolic acidosis/hyperkalemia

Figure 21 : Exemple de *check-list* sur l'hyperthermie maligne issue du *Stanford Emergency Manual* (33).

MALIGNANT HYPERTHERMIA

Continued from previous page

TREATMENT

7. Actively **cool patient** with ice packs, lavage if open abdomen. Stop cooling at 38°C
8. Arrhythmias are usually secondary to Hyperkalemia. **Go to ACLS algorithms as needed.**
9. **Treat hyperkalemia with:**
Calcium Chloride 1 g IV
D50 1 Amp IV (25 g Dextrose) + **Regular Insulin** 10 units IV (monitor glucose)
Sodium Bicarbonate 1 Ampule.
Avoid calcium channel blockers
10. Send **labs** for ABG, CPK, myoglobin, PT/PTT, and lactic acid
11. Place **foley** catheter. Monitor urine output. Goal 2 cc/kg per hour urine output. Can give IV fluid and diuretics
12. Arrange **ICU** bed. Mechanical ventilation usually required.
13. **Continue dantrolene** 1mg/kg every 4-6 hours for 24-36 hours, observe closely 24 hours. Call MH hotline with questions.

Continued from Prior Page

Contact the Malignant Hyperthermia Association of the United States (MHAUS hotline) at any time for consultation if MH is suspected:

1-800-MH-HYPER (1-800-644-9737)

or online at <http://www.mhaus.org/>

Figure 21 : Exemple de *check-list* sur l'hyperthermie maligne issue du *Stanford Emergency Manual* (33).

V) CONCLUSION

L'utilisation en simulation de la fiche HTM-SFAR était associée dans notre étude à une amélioration du respect des recommandations de prise en charge d'une crise d'hyperthermie maligne et des compétences non-techniques de la part des participants. Cet exemple illustre l'apport des *check-lists* spécifiques aux situations d'urgence au bloc opératoire pour la réduction des erreurs médicales et l'optimisation du travail en équipe.

Le bénéfice de cet outil pourrait néanmoins être accru par une meilleure sensibilisation et une éducation des médecins anesthésistes à l'utilisation de ces *check-lists*, ainsi que par une optimisation de leur ergonomie. Nous proposons ainsi une mise à jour de la fiche HTM-SFAR basée sur les commentaires des participants à notre étude et les critères de qualités issus de la littérature (Figure 22). Celle-ci devra bien sûr être évaluée, ce qui pourra faire l'objet d'un travail ultérieur la comparant avec la fiche HTM-SFAR.

A l'avenir, des aides cognitives similaires dédiées à la gestion d'autres situations d'urgence pourraient être mises en place et évaluées pour constituer un manuel validé présent au sein des blocs opératoires.

Hyperthermie maligne



A évoquer devant : **rigidité** musculaire, trismus, **tachycardie**, **hypercapnie**, **hyperthermie**, sueurs, marbrures, troubles du rythme cardiaque, **exposition aux agents halogénés et succinylcholine**

Localisation du stock urgence dantrolène:

Mesures immédiates

- **APPEL A L'AIDE**, répartition des tâches, demande du kit HM
- **ARRÊT IMMÉDIAT HALOGÉNÉS** et succinylcholine (relais hypnotiques IV : midazolam 0,1 mg/kg/h IVSE)
- **FiO2 100%**, **HYPERVENTILER** VM > 10 L/min, **CIRCUIT OUVERT** DGF > 10 L/min
- Prévenir le chirurgien, report de toute intervention non vitale

Traitement de la crise

- **DANTROLÈNE 2 à 3 mg/kg IVD** soit 9 flacons pour 70 kg (1 flacon = 20 mg à diluer dans 60 ml d'eau stérile)
- **REFROIDIR le patient** : NaCl 0,9% froid 15 ml/kg IV en 15 min 3 fois, pose sondes urinaire et gastrique avec lavage au NaCl 0,9% froid, mesures externes (pains de glace, linge mouillé)
- **PAS DE RINGER LACTATE**
- **Pose 2ème VVP + bilan bio en urgence** : GDS artériels, lactates, ionogramme, CPK, bilan de coagulation
- **Traitement de l'ACIDOSE MÉTABOLIQUE et de l'HYPERKALIÉMIE (troubles du rythme)** Bicarbonates 1,4% 1 mEq/kg, insuline 10UI IVD + 100 ml glucose 30%, gluconate de calcium 2g IVL
- **PAS D'INHIBITEURS CALCIQUES**

Evolution

- **Surveillance** : rigidité, hyperthermie, hypercapnie, troubles du rythme, diurèse (objectif 1 ml/kg/h)
- Si persistance des signes : poursuite Dantrolène 1 mg/kg jusqu'à 10 mg/kg
- Si persistance troubles du rythme : refaire bicarbonates ou insuline glucose
- **Appel réanimation pour transfert** : poursuite ventilation mécanique > 24 heures, Dantrolène 1 mg/kg par 4h, surveillance clinico-biologique
- **Prévenir la famille** : enquête génétique familiale ultérieure, remplir formulaire de déclaration, remettre une carte de sujet « sensible hyperthermie maligne »
- **Si évolution défavorable** : prélever 10ml de sang sur tube EDTA et Héparine Lithium (recherche génétique) + biopsie musculaire

Centre de référence :
Unité de diagnostic et de recherche sur l'hyperthermie maligne – CHRU LILLE
Tél. : 03-20-44-40-74 (secrétariat) Fax : 03-20-44-49-07
Email : renee.krivosic@chru-lille.fr

BIBLIOGRAPHIE

1. Kohn LT. To err is human: building a safer healthcare system. Washington DC: National Academy Press. 1999.
2. Reason J. Human error: models and management. *BMJ*. 2000;320(7237):768-70.
3. Heine MF, Lake CL. Nature and prevention of errors in anesthesiology. *Journal of surgical oncology*. 2004;88(3):143-52.
4. Weinger MB, Gaba DM. Human factors engineering in patient safety. *Anesthesiology*. 2014;120(4):801-6.
5. Leape LL. Error in medicine. *JAMA : the journal of the American Medical Association*. 1994;272(23):1851-7.
6. Gaba DM. Anaesthesiology as a model for patient safety in health care. *BMJ*. 2000;320(7237):85-8.
7. Beecher HK, Todd DP. A study of the deaths associated with anesthesia and surgery: based on a study of 599, 548 anesthetics in ten institutions 1948-1952, inclusive. *Annals of surgery*. 1954;140(1):2-35. Epub 1954/07/01.
8. Dripps RD, Lamont A, Eckenhoff JE. The role of anesthesia in surgical mortality. *JAMA : the journal of the American Medical Association*. 1961;178:261-6.
9. Greene NM, Bannister WK, Cohen B, Keet JE, Mancinelli MJ, Welch ET, Jr., et al. Survey of deaths associated with anesthesia in Connecticut; a review of 120,935 anesthetics. *Connecticut medicine*. 1959;23(8):512-8.
10. Cooper JB, Newbower RS, Long CD, McPeck B. Preventable anesthesia mishaps: a study of human factors. *Anesthesiology*. 1978;49(6):399-406.
11. Phillips OC, Capizzi LS. Anesthesia mortality. *Clinical anesthesia*. 1974;10(3):220-44.
12. Cooper JB, Newbower RS, Kitz RJ. An analysis of major errors and equipment failures in anesthesia management: considerations for prevention and detection. *Anesthesiology*. 1984;60(1):34-42.
13. Lienhart A, Auroy Y, Pequignot F, Benhamou D, Warszawski J, Bovet M, et al. Survey of anesthesia-related mortality in France. *Anesthesiology*. 2006;105(6):1087-97.
14. Lagasse RS. Anesthesia safety: model or myth? A review of the published literature and analysis of current original data. *Anesthesiology*. 2002;97(6):1609-17.
15. Arbous MS, Grobbee DE, van Kleef JW, de Lange JJ, Spoormans HH, Touw P, et al. Mortality associated with anaesthesia: a qualitative analysis to identify risk factors. *Anaesthesia*. 2001;56(12):1141-53.
16. Sigurdsson GH, McAteer E. Morbidity and mortality associated with anaesthesia. *Acta anaesthesiologica Scandinavica*. 1996;40(8 Pt 2):1057-63.
17. Sexton JB, Thomas EJ, Helmreich RL. Error, stress, and teamwork in medicine and aviation: cross sectional surveys. *BMJ*. 2000;320(7237):745-9.
18. Cooper JB, Newbower RS, Long CD, McPeck B. Preventable anesthesia mishaps: a study of human factors. 1978. *Quality & safety in health care*. 2002;11(3):277-82. Epub 2002/12/19.
19. Halford GS, Baker R, McCredden JE, Bain JD. How many variables can humans process? *Psychological Science*. 2005;16(1).
20. Stiegler MP, Tung A. Cognitive processes in anesthesiology decision making. *Anesthesiology*. 2014;120(1):204-17.
21. Schwid HA, O'Donnell D. Anesthesiologists' management of simulated critical incidents. *Anesthesiology*. 1992;76(4):495-501.
22. Brosch T, Scherer KR, Grandjean D, Sander D. The impact of emotion on perception, attention, memory, and decision-making. *Swiss medical weekly*. 2013;143:w13786.
23. Demaria S, Jr., Bryson EO, Mooney TJ, Silverstein JH, Reich DL, Bodian C, et al. Adding emotional stressors to training in simulated cardiopulmonary arrest enhances participant performance. *Medical education*. 2010;44(10):1006-15.
24. Kuhlmann S, Piel M, Wolf OT. Impaired memory retrieval after psychosocial stress in healthy young men. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*. 2005;25(11):2977-82.
25. Vedhara K, Hyde J, Gilchrist ID, Tytherleigh M, Plummer S. Acute stress, memory, attention and cortisol. *Psychoneuroendocrinology*. 2000;25(6):535-49.
26. Prabhu A, Smith W, Yurko Y, Acker C, Stefanidis D. Increased stress levels may explain the incomplete transfer of simulator-acquired skill to the operating room. *Surgery*. 2010;147(5):640-5.
27. Marshall S. The use of cognitive aids during emergencies in anesthesia: a review of the literature. *Anesthesia and analgesia*. 2013;117(5):1162-71.
28. Winters BD, Gurses AP, Lehmann H, Sexton JB, Rampersad CJ, Pronovost PJ. Clinical review: checklists - translating evidence into practice. *Crit Care*. 2009;13(6):210.

29. Golemboski K. Improving patient safety: lessons from other disciplines. *Clinical laboratory science : journal of the American Society for Medical Technology*. 2011;24(2):114-9.
30. Hales BM, Pronovost PJ. The checklist--a tool for error management and performance improvement. *Journal of critical care*. 2006;21(3):231-5.
31. Mosier KL, Palmer EA, Degani A. Electronic checklists: implications for decision making. *Proceedings of the Human Factors Society 36th Annual Meeting*. Atlanta GA: Human Factors and Ergonomics Society; 1992.
32. Helmreich RL. On error management: lessons from aviation. *BMJ*. 2000;320(7237):781-5.
33. Goldhaber-Fiebert SN, Howard SK. Implementing emergency manuals: can cognitive aids help translate best practices for patient care during acute events? *Anesthesia and analgesia*. 2013;117(5):1149-61.
34. Harrison TK, Manser T, Howard SK, Gaba DM. Use of cognitive aids in a simulated anesthetic crisis. *Anesthesia and analgesia*. 2006;103(3):551-6.
35. Gaba DM, Fish KJ, Howard SK. *Crisis Management in Anesthesiology*. New York: Churchill-Livingstone; 1994.
36. Gaba DM. Perioperative cognitive AIDS in anesthesia: what, who, how, and why bother? *Anesthesia and analgesia*. 2013;117(5):1033-6. Epub 2013/10/24.
37. WHO's patient-safety checklist for surgery. *Lancet*. 2008;372(9632):1.
38. Fudickar A, Horle K, Wiltfang J, Bein B. The Effect of the WHO Surgical Safety Checklist on complication rate and communication. *Deutsches Arzteblatt international*. 2012;109(42):695-701.
39. van Klei WA, Hoff RG, van Aarnhem EE, Simmermacher RK, Regli LP, Kappen TH, et al. Effects of the introduction of the WHO "Surgical Safety Checklist" on in-hospital mortality: a cohort study. *Annals of surgery*. 2012;255(1):44-9.
40. Arbous MS, Meursing AE, van Kleef JW, de Lange JJ, Spoormans HH, Touw P, et al. Impact of anesthesia management characteristics on severe morbidity and mortality. *Anesthesiology*. 2005;102(2):257-68. Epub 2005/02/01.
41. Nanji KC, Cooper JB. It is time to use checklists for anesthesia emergencies: simulation is the vehicle for testing and learning. *Regional anesthesia and pain medicine*. 2012;37(1):1-2.
42. Hart EM, Owen H. Errors and omissions in anesthesia: a pilot study using a pilot's checklist. *Anesthesia and analgesia*. 2005;101(1):246-50.
43. Stiegler MP, Ruskin KJ. Decision-making and safety in anesthesiology. *Current opinion in anaesthesiology*. 2012;25(6):724-9.
44. Mills PD, DeRosier JM, Neily J, McKnight SD, Weeks WB, Bagian JP. A cognitive aid for cardiac arrest: you can't use it if you don't know about it. *Joint Commission journal on quality and safety*. 2004;30(9):488-96.
45. Rosenberg H, Davis M, James D, Pollock N, Stowell K. Malignant hyperthermia. *Orphanet journal of rare diseases*. 2007;2:21.
46. Migita T, Mukaida K, Kobayashi M, Hamada H, Kawamoto M. The severity of sevoflurane-induced malignant hyperthermia. *Acta anaesthesiologica Scandinavica*. 2012;56(3):351-6.
47. Ali SZ, Taguchi A, Rosenberg H. Malignant hyperthermia. *Best practice & research Clinical anaesthesiology*. 2003;17(4):519-33.
48. Krivosic-Horber R, Depret T. Hyperthermie maligne : quoi de neuf dans le diagnostic et la prise en charge ? *Congrès national d'anesthésie et de réanimation 2007 Masson Les Essentiels* p. 315-24 http://www.sfar.org/acta/dossier/archives/ca07/html/ca07_25/ca07_25.htm.
49. Orphanet. Hyperthermie maligne. http://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC_Exp.php?lng=FR&Expert=423.
50. Fanning RM, Gaba DM. The role of debriefing in simulation-based learning. *Simulation in healthcare : journal of the Society for Simulation in Healthcare*. 2007;2(2):115-25.
51. Fletcher G, Flin R, McGeorge P, Glavin R, Maran N, Patey R. Anaesthetists' Non-Technical Skills (ANTS): evaluation of a behavioural marker system. *British journal of anaesthesia*. 2003;90(5):580-8.
52. Neal JM, Hsiung RL, Mulroy MF, Halpern BB, Dragnich AD, Slee AE. ASRA checklist improves trainee performance during a simulated episode of local anesthetic systemic toxicity. *Regional anesthesia and pain medicine*. 2012;37(1):8-15.
53. Ziewacz JE, Arriaga AF, Bader AM, Berry WR, Edmondson L, Wong JM, et al. Crisis checklists for the operating room: development and pilot testing. *Journal of the American College of Surgeons*. 2011;213(2):212-7.
54. Burden AR, Carr ZJ, Staman GW, Littman JJ, Torjman MC. Does every code need a "reader?" improvement of rare event management with a cognitive aid "reader" during a simulated emergency: a pilot study. *Simulation in healthcare : journal of the Society for Simulation in Healthcare*. 2012;7(1):1-9.
55. Schneider AJ, Murray WB, Mentzer SC, Miranda F, Vaduva S. "Helper:" A critical events prompter for unexpected emergencies. *Journal of clinical monitoring*. 1995;11(6):358-64.

56. Berkenstadt H, Yusim Y, Katznelson R, Ziv A, Livingstone D, Perel A. A novel point-of-care information system reduces anaesthesiologists' errors while managing case scenarios. *European journal of anaesthesiology*. 2006;23(3):239-50.
57. Ward P, Johnson LA, Mulligan NW, Ward MC, Jones DL. Improving cardiopulmonary resuscitation skills retention: effect of two checklists designed to prompt correct performance. *Resuscitation*. 1997;34(3):221-5.
58. Low D, Clark N, Soar J, Padkin A, Stoneham A, Perkins GD, et al. A randomised control trial to determine if use of the iResus(c) application on a smart phone improves the performance of an advanced life support provider in a simulated medical emergency. *Anaesthesia*. 2011;66(4):255-62.
59. Runciman WB, Kluger MT, Morris RW, Paix AD, Watterson LM, Webb RK. Crisis management during anaesthesia: the development of an anaesthetic crisis management manual. *Quality & safety in health care*. 2005;14(3):e1.
60. Bould MD, Hayter MA, Campbell DM, Chandra DB, Joo HS, Naik VN. Cognitive aid for neonatal resuscitation: a prospective single-blinded randomized controlled trial. *British journal of anaesthesia*. 2009;103(4):570-5.
61. John B, Suri I, Hillermann C, Mendonca C. Comparison of cricothyroidotomy on manikin vs. simulator: a randomised cross-over study. *Anaesthesia*. 2007;62(10):1029-32.
62. Arora S, Aggarwal R, Moran A, Sirimanna P, Crochet P, Darzi A, et al. Mental practice: effective stress management training for novice surgeons. *Journal of the American College of Surgeons*. 2011;212(2):225-33.
63. http://www.snphar.com/data/A_la_une/phar42/dossier-phar-42.pdf.
64. Picard J, Ward SC, Zumpe R, Meek T, Barlow J, Harrop-Griffiths W. Guidelines and the adoption of 'lipid rescue' therapy for local anaesthetic toxicity. *Anaesthesia*. 2009;64(2):122-5.
65. Heidegger T, Gerig HJ, Ulrich B, Kreienbuhl G. Validation of a simple algorithm for tracheal intubation: daily practice is the key to success in emergencies--an analysis of 13,248 intubations. *Anesthesia and analgesia*. 2001;92(2):517-22.
66. Chiniara G. Simulation médicale pour acquisition des compétences en anesthésie. *Congrès national d'anesthésie et de réanimation 2007: Conférences d'actualisation*. Masson Les Essentiels; 2007. p. 041-9.
67. Reznek M, Harter P, Krummel T. Virtual reality and simulation: training the future emergency physician. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2002;9(1):78-87.
68. Neily J, DeRosier JM, Mills PD, Bishop MJ, Weeks WB, Bagian JP. Awareness and Use of a Cognitive Aid for Anesthesiology. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*. 2007;33(8):502-11.
69. Soumerai SB, McLaughlin TJ, Gurwitz JH, Guadagnoli E, Hauptman PJ, Borbas C, et al. Effect of local medical opinion leaders on quality of care for acute myocardial infarction: a randomized controlled trial. *JAMA : the journal of the American Medical Association*. 1998;279(17):1358-63.
70. Lichtman JH, Roumanis SA, Radford MJ, Riedinger MS, Weingarten S, Krumholz HM. Can practice guidelines be transported effectively to different settings? Results from a multicenter interventional study. *Jt Comm J Qual Improv*. 2001;27(1):42-53.
71. Degani A. Cockpit checklists: concepts, design and use. *Human factors*. 1993;35:345-59.
72. Swain AD, Guttman HE. *Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plant applications*: Washington, DC: United States Nuclear Regulatory Commission; 1983.
73. Nelson K, Shilkofski N, Haggerty J, Vera K, Saliski M, Hunt EA. Cognitive aids do not prompt initiation of cardiopulmonary resuscitation in simulated pediatric cardiopulmonary arrest. *Simulation in healthcare : journal of the Society for Simulation in Healthcare*. 2007;2:54.

RESUME

Introduction : L'exercice de l'anesthésie expose parfois à la prise en charge d'urgences vitales au bloc opératoire. Celles-ci requièrent un rappel immédiat de connaissances parfois anciennes, l'analyse dynamique d'une situation complexe et une prise de décision efficace dans un contexte souvent stressant. L'utilisation de *check-lists* est recommandée afin d'optimiser leur contrôle et de prévenir le risque d'erreurs médicales. Cette étude visait à évaluer le bénéfice de la fiche d'urgence "Hyperthermie maligne" (HTM) de la Société Française d'Anesthésie-Réanimation (SFAR) sur la prise en charge d'une crise d'hyperthermie maligne simulée.

Matériel et méthodes : 24 médecins anesthésistes-réanimateurs seniors représentatifs des professionnels exerçant en Haute-Normandie ont été soumis à un scénario d'hyperthermie maligne en simulation haute-fidélité. Ils ont été randomisés en 2 groupes selon qu'ils disposaient ou non de la *check-list*. Les compétences techniques d'adéquation aux recommandations de la SFAR ont été mesurées par un score sur 30, ainsi que les compétences non-techniques (score ANTS).

Résultats : Les médecins du groupe *check-list* ont obtenu des meilleurs scores de compétences techniques (médiane 24/30 ((21,5-25)[16-26]) vs 18/30 ((15,5-19,5)[7-24]), $p=0,002$). Ces derniers administraient plus rapidement la dose initiale exacte de dantrolène (2 mg/kg). Les performances non-techniques étaient supérieures dans le groupe *check-list* (médiane 56,5/60 ((47,5-58)[33-60]) vs 48,5/60 ((41-50,5)[29-57]), $p=0,024$).

Conclusion : L'utilisation en simulation de la fiche HTM-SFAR est associée à une meilleure adéquation aux recommandations de prise en charge et à une amélioration des compétences non-techniques des participants. Cette étude valide donc l'utilisation de cette aide cognitive pour la prise en charge de l'urgence vitale qu'est la crise d'hyperthermie maligne au bloc opératoire. Le bénéfice de cet outil pourrait néanmoins être accru par une meilleure sensibilisation et une éducation des médecins anesthésistes à l'utilisation de ces *check-lists*, ainsi que par une optimisation de leur ergonomie. Nous proposons ainsi une mise à jour de la fiche HTM-SFAR basée sur les commentaires des participants.

Mots clés : *Check-list*, aide cognitive, anesthésie, situation de crise, hyperthermie maligne, simulation haute-fidélité