



HAL
open science

Formation par simulation : validation des grilles d'évaluation de quatre gestes d'urgence chez l'enfant

Camille Faudeux

► To cite this version:

Camille Faudeux. Formation par simulation : validation des grilles d'évaluation de quatre gestes d'urgence chez l'enfant. Médecine humaine et pathologie. 2015. dumas-01293510

HAL Id: dumas-01293510

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01293510>

Submitted on 24 Mar 2016

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.

UNIVERSITE DE NICE SOPHIA ANTIPOLIS

Faculté de Médecine de Nice

FORMATION PAR SIMULATION :

**VALIDATION DE GRILLES D’EVALUATION
DE QUATRE GESTES D’URGENCE CHEZ L’ENFANT**

THESE

Présentée et soutenue publiquement

le vendredi 03 avril 2015

par **Camille FAUDEUX**

née le 31 juillet 1985

Membres du Jury :

Président du jury :

Professeur Jean BREAUD

Directrice de thèse :

Docteur Lisa GIOVANNINI-CHAMI

Assesseurs :

Professeur Etienne BERARD

Professeur Jean-Paul FOURNIER

Docteur Audrey DUPONT

UNIVERSITÉ DE NICE-SOPHIA ANTIPOLIS

FACULTÉ DE MÉDECINE

Liste des professeurs au **1er novembre 2014** à la Faculté de Médecine de Nice

Doyen	M. BAQUÉ Patrick
Assesseurs	M. ESNAULT Vincent M. CARLES Michel Mme BREUIL Véronique
Conservateur de la bibliothèque	Mme DE LEMOS
Chef des services administratifs	Mme CALLEA Isabelle
Doyens Honoraires	M. AYRAUD Noël M. RAMPAL Patrick M. BENCHIMOL Daniel

Professeurs Honoraires

M. BALAS Daniel	M. LE BAS Pierre
M. BLAIVE Bruno	M. LE FICHOUX Yves
M. BOQUET Patrice	M. LOUBIERE Robert
M. BOURGEON André	M. MARIANI Roger
M. BOUTTÉ Patrick	M. MASSEYEFF René
M. BRUNETON Jean-Noël	M. MATTEI Mathieu
Mme BUSSIERE Françoise	M. MOUIEL Jean
M. CHATEL Marcel	Mme MYQUEL Martine
M. COUSSEMENT Alain	M. OLLIER Amédée
M. DAR COURT Guy	M. ORTONNE Jean-Paul
M. DELMONT Jean	M. SCHNEIDER Maurice
M. DEMARD François	M. TOUBOL Jacques
M. DOLISI Claude	M. TRAN Dinh Khiem
M. FREYCHET Pierre	M. ZIEGLER Gérard
M. GÉRARD Jean-Pierre	
M. GILLET Jean-Yves	
M. GRELLIER Patrick	
M. HARTER Michel	
M. INGLES AKIS Jean-André	
M. LALANNE Claude-Michel	
M. LAMBERT Jean-Claude	
M. LAZDUNSKI Michel	
M. LEFEBVRE Jean-Claude	

M.C.A. Honoraire

Mlle ALLINE Madeleine

M.C.U. Honoraires

M. ARNOLD Jacques
 M. BASTERIS Bernard
 Mlle CHICHMANIAN Rose-Marie
 M. EMILIOZZI Roméo
 M. GASTAUD Marcel
 M. GIRARD-PIPAU Fernand
 M. GIUDICELLI Jean
 M. MAGNÉ Jacques
 Mme MEMRAN Nadine
 M. MENGUAL Raymond
 M. POIRÉE Jean-Claude
 Mme ROURE Marie-Claire

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M. AMIEL Jean	Urologie (52.04)
M. BENCHIMOL Daniel	Chirurgie Générale (53.02)
M. BOILEAU Pascal	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie (50.02)
M. DARCOURT Jacques	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
M. DESNUELLE Claude	Biologie Cellulaire (44.03)
Mme EULLER-ZIEGLER Liana	Rhumatologie (50.01)
M. FENICHEL Patrick (54.05)	Biologie du Développement et de la Reproduction
M. FUZIBET Jean-Gabriel	Médecine Interne (53.01)
M. GASTAUD Pierre	Ophthalmologie (55.02)
M. GILSON Éric	Biologie Cellulaire (44.03)
M. GRIMAUD Dominique	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M. HASSEN KHODJA Reda	Chirurgie Vasculaire (51.04)
M. HÉBUTERNE Xavier	Nutrition (44.04)
M. HOFMAN Paul	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M. LACOUR Jean-Philippe	Dermato-Vénérologie (50.03)
Mme LEBRETON Élisabeth (50.04)	Chirurgie Plastique, Reconstructrice et Esthétique
M. MICHIELS Jean-François	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M. MOUROUX Jérôme	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)
M. PAQUIS Philippe	Neurochirurgie (49.02)
M. PRINGUEY Dominique	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M. QUATREHOMME Gérald	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M. ROBERT Philippe	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M. SANTINI Joseph	O.R.L. (55.01)
M. THYSS Antoine	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M. VAN OBBERGHEN Emmanuel	Biochimie et Biologie Moléculaire (44.01)

PROFESSEURS PREMIERE CLASSE

M.	BAQUE Patrick	Anatomie – Chirurgie Générale (42.01)
M.	BATT Michel	Chirurgie Vasculaire (51.04)
M.	BÉRARD Étienne	Pédiatrie (54.01)
M.	BERNARDIN Gilles	Réanimation Médicale (48.02)
M.	BONGAIN André	Gynécologie-Obstétrique (54.03)
Mme	CRENESSE Dominique	Physiologie (44.02)
M.	DE PERETTI Fernand	Anatomie-Chirurgie Orthopédique (42.01)
M.	DRICI Milou-Daniel	Pharmacologie Clinique (48.03)
M.	ESNAULT Vincent	Néphrologie (52-03)
M.	FERRARI Émile	Cardiologie (51.02)
M.	GIBELIN Pierre	Cardiologie (51.02)
M.	GUGENHEIM Jean	Chirurgie Digestive (52.02)
Mme	ICHAÏ Carole	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	LONJON Michel	Neurochirurgie (49.02)
M.	MARQUETTE Charles-Hugo	Pneumologie (51.01)
M.	MARTY Pierre	Parasitologie et Mycologie (45.02)
M.	MOUNIER Nicolas	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M.	PADOVANI Bernard	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
M.	PAQUIS Philippe	Neurochirurgie (49.02)
Mme	PAQUIS Véronique	Génétique (47.04)
M.	RAUCOULES-AIMÉ Marc	Anesthésie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
Mme	RAYNAUD Dominique	Hématologie (47.01)
M.	ROSENTHAL Eric	Médecine Interne (53.01)
M.	SCHNEIDER Stéphane	Nutrition (44.04)
M.	THOMAS Pierre	Neurologie (49.01)
M.	TRAN Albert	Hépto Gastro-entérologie (52.01)

PROFESSEURS DEUXIEME CLASSE

M.	ALBERTINI Marc	Pédiatrie (54.01)
Mme	ASKENAZY-GITTARD Florence	Pédopsychiatrie (49.04)
M.	BAHADORAN Philippe	Cytologie et Histologie (42.02)
M.	BAQUÉ Patrick	Anatomie - Chirurgie Générale (42.01)
M.	BARRANGER Emmanuel	Gynécologie Obstétrique (54.03)
M.	BENIZRI Emmanuel	Chirurgie Générale (53.02)
Mme	BLANC-PEDEUTOUR Florence	Cancérologie – Génétique (47.02)
M.	BREAUD Jean	Chirurgie Infantile (54-02)
Mlle	BREUIL Véronique	Rhumatologie (50.01)
M.	CANIVET Bertrand	Médecine Interne (53.01)
M.	CARLES Michel	Anesthésiologie Réanimation (48.01)
M.	CASSUTO Jill-Patrice	Hématologie et Transfusion (47.01)
M.	CHEVALLIER Patrick	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
Mme	CHINETTI Guilia	Biochimie-Biologie Moléculaire (44.01)
M.	DUMONTIER Christian	Chirurgie plastique
M.	FERRERO Jean-Marc	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M.	FOURNIER Jean-Paul	Thérapeutique (48-04)
M.	FREDENRICH Alexandre	Endocrinologie, Diabète et Maladies métaboliques
(54.04)		
Mlle	GIORDANENGO Valérie	Bactériologie-Virologie (45.01)
M.	GUÉRIN Olivier	Gériatrie (48.04)
M.	HANNOUN-LEVI Jean-Michel	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M.	IANNELLI Antonio	Chirurgie Digestive (52.02)
M.	JOURDAN Jacques	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)

M.	LEVRAUT Jacques	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	PASSERON Thierry	Dermato-Vénérologie (50-03)
M.	PICHE Thierry	Gastro-entérologie (52.01)
M.	PRADIER Christian	Épidémiologie, Économie de la Santé et Prévention
(46.01)		
M.	ROGER Pierre-Marie	Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales (45.03)
M.	ROHRLICH Pierre	Pédiatrie (54.01)
M.	RUIMY Raymond	Bactériologie-virologie (45.01)
Mme	SACCONI Sabrina	Neurologie (49.01)
M.	SADOUL Jean-Louis	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques
(54.04)		
M.	STACCINI Pascal	Biostatistiques et Informatique Médicale (46.04)
M.	THOMAS Pierre	Neurologie (49.01)
M.	TROJANI Christophe	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M.	VENISSAC Nicolas	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)

PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS

M.	SAUTRON Jean-Baptiste	Médecine Générale
----	-----------------------	-------------------

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme	ALUNNI-PERRET Véronique	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M.	AMBROSETTI Damien	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	BANNWARTH Sylvie	Génétique (47.04)
M.	BENOLIEL José	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
Mme	BERNARD-POMIER Ghislaine	Immunologie (47.03)
Mme	BUREL-VANDENBOS Fanny	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M.	DELOTTE Jérôme	Gynécologie-Obstétrique (54.03)
M.	DOGLIO Alain	Bactériologie-Virologie (45.01)
M.	FOSSE Thierry	Bactériologie-Virologie-Hygiène (45.01)
M.	GARRAFFO Rodolphe	Pharmacologie Fondamentale (48.03)
Mme	GIOVANNINI-CHAMI Lisa	Pédiatrie (54.01)
Mme	HINAULT Charlotte	Biochimie et biologie moléculaire (44.01)
Mlle	LANDRAUD Luce	Bactériologie-Virologie (45.01)
Mme	LEGROS Laurence	Hématologie et Transfusion (47.01)
Mme	MAGNIÉ Marie-Noëlle	Physiologie (44.02)
Mme	MOCERI Pamela	Cardiologie (51.02)
Mme	MUSSO-LASSALLE Sandra	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M.	NAÏMI Mourad	Biochimie et Biologie moléculaire (44.01)
M.	PHILIP Patrick	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	POMARES Christelle	Parasitologie et mycologie (45.02)
Mlle	PULCINI Céline	Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales (45.03)
M.	ROUX Christian	Rhumatologie (50.01)
M.	TESTA Jean	Épidémiologie Économie de la Santé et Prévention
(46.01)		
M.	TOULON Pierre	Hématologie et Transfusion (47.01)

PROFESSEURS ASSOCIÉS

M.	HOFLIGER Philippe	Médecine Générale
Mme	POURRAT Isabelle	Médecine Générale
M.	PRENTKI Marc	Biochimie et Biologie Moléculaire

MAITRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Mme	CHATTI Kaouthar	Biophysique et Médecine Nucléaire
M.	DARMON David	Médecine Générale
M.	GARDON Gilles	Médecine Générale
Mme	MONNIER Brigitte	Médecine Générale
M.	PAPA Michel	Médecine Générale

PROFESSEURS CONVENTIONNÉS DE L'UNIVERSITÉ

M.	BERTRAND François	Médecine Interne
M.	BROCKER Patrice	Médecine Interne Option Gériatrie
M.	CHEVALLIER Daniel	Urologie
Mme	FOURNIER-MEHOUAS Manuella	Médecine Physique et Réadaptation
M.	QUARANTA Jean-François	Santé Publique

SERMENT D'HIPPOCRATE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque.

Remerciements

Ce travail a été mené au sein des Hôpitaux pédiatriques de Nice CHU Lenval. Il n'aurait pas pu voir le jour sans la participation et le soutien de nombreuses personnes, que je tiens à remercier tout particulièrement.

En premier lieu, je souhaite remercier ma Directrice de thèse, le Dr Giovannini-Chami, pour avoir été présente tout au long de ce travail. Merci Lisa pour ta disponibilité, tes conseils, tes encouragements au quotidien.

Merci au Pr Bréaud d'avoir accepté de présider ce jury de thèse. Je vous remercie également sincèrement pour votre implication dans la formation des internes de pédiatrie.

Merci au Pr Bérard d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse, et de me transmettre chaque jour une petite partie de son immense savoir. Pr Bérard, vous êtes pour moi un exemple, sur le plan médical bien sûr, mais aussi sur le plan humain. Soyez assuré de mon plus profond respect.

Merci au Pr Fournier qui me fait l'honneur de participer à mon jury de thèse et d'enrichir ce travail de son expertise.

Merci au Dr Dupont pour sa volonté de transmettre aux plus jeunes les bases d'une réanimation de qualité, sans jugement, malgré nos lacunes parfois imposantes. Merci Audrey, pour ton soutien lors de la rédaction de cette thèse, et pour ton oreille attentive d'une manière générale.

Antoine, sans toi, ce travail ne serait rien. Toi seul sais m'expliquer les méthodes statistiques de manière à ce que j'en comprenne le sens : en les comparant à des parties de l'anatomie humaine. Merci.

Un grand merci à tous les étudiants en médecine et médecins qui ont participé à cette étude et ont rendu possible la réalisation de ce travail. Merci en particulier à Isabelle, qui a participé activement aux différents ateliers.

Je remercie également les différents médecins auprès desquels j'ai pu apprendre mon métier, les infirmières sans lesquelles les jeunes internes ne survivraient pas, les auxiliaires, les ASH et les secrétaires des différents services de pédiatrie niçois pour leur travail efficace dans la bonne humeur.

Je tiens à remercier tout particulièrement l'équipe médicale et paramédicale de la réanimation pédiatrique : chacun à votre manière, vous avez participé à mes apprentissages, et le carnet que j'ai régulièrement rempli durant ce stage est un équilibre entre les connaissances de bases indispensables à la prise en charge d'un enfant gravement malade, et les bons mots de chacun d'entre vous.

Merci au Pr Boutté : vous manquez aux internes, et vous manquez à la pédiatrie.

Merci à Christine, notre psychologue, notre seconde maman... Tu es capable de sauver bien des situations, en quelques phrases ; en toute simplicité.

Merci à Odile, Sandrine et Sarah pour m'avoir accueillie dans la bonne humeur dans le service d'hémodialyse pédiatrique.

Merci à mes co-internes, Sibylle en particulier : tu es rigoureuse et drôle à la fois, compétente mais pas prétentieuse ; j'ai aimé travailler et plaisanter à tes côtés durant trois semestres. Merci également à Alex pour nos bons moments aux urgences et au Novotel, à Eva avec qui nous pouvons discuter de la différence réelle qui existe entre une cuillère et une fourchette, à Bérangère pour nos discussions sur le profil psychologique des candidats à Lenval Academy, à Agnès pour ses judicieux conseils, à Mathilde, Anne-Laure, Clara, Candice, Jennifer, Charlotte, Marion, Elise, Philippine, Jonathan, Stéphanie et aux autres, grâce auxquels mon internat restera un excellent souvenir. Merci également à Marie-Amélie et à Pauline pour leurs encouragements.

Merci à mes amies, Diane, Florence et Audrey, avec qui j'aime profiter des moments agréables, et sur qui je sais pouvoir compter dans les moments difficiles.

Merci à mes amis présents au quotidien depuis ... toujours, non ? Je vous aime, vous le savez.

Une pensée pour ma famille ; à Roquebrune, Paris ou Bruxelles, je suis toujours heureuse de vous retrouver.

A Héloïse. Que toujours tu gardes cette curiosité sans limite, cette soif d'apprendre et de comprendre ; et si un jour ton père te décrit impertinente comme ta mère, sache le prendre comme un compliment, car c'en est un.

A ma mère, pour ces heures de baby-sitter, de cuisinière, de psychologue, de correcteur orthographique, de maçonnerie... A mon père, dont la vision faussée qu'il a de moi, m'attribuant en grand nombre des qualités que je ne possède pas, me touche.

A Pierre-David, pour tout.

Ce travail a donné lieu aux communications suivantes :

Communication orale

- Formation aux gestes d'urgence par simulation: validation de grilles d'évaluation

Congrès de la Société Française de Pédiatrie, Lyon, Mai 2014.

C. FAUDEUX, L. GIOVANNINI-CHAMI, A. GATIN, I. MONTAUDIE, H. HAAS, E. BERARD, J. BREAUD, J.P. FOURNIER, B. MARC, C. SCHWEITZER

Communication affichée

- Formation par simulation : validation de grilles d'évaluation de quatre gestes d'urgence chez l'enfant

Journée pour la recherche, Lenval, Nice, Septembre 2014.

FAUDEUX C, DUPONT A, DESMONTILS J, TRAN A, GIOVANINNI-CHAMI L.

Article en cours de soumission

- RESCAPE tools : Validation of assessment tools for emergency technical skill in paediatric simulation

FAUDEUX C, DUPONT A, TRAN A, BERARD E, MONTAUDIE I, HAAS H, BREAUD J, GIOVANINNI-CHAMI L.

Sommaire

SERMENT D’HIPPOCRATE	VI
REMERCIEMENTS	VII
LISTE DES ABREVIATIONS	XIV
CHAPITRE I – INTRODUCTION	1
A. SIMULATION : FONDEMENTS ET ETAT DES LIEUX	2
1. Définitions	3
2. Historique de la simulation comme support éducatif	4
2.1. Origines de l'utilisation de la simulation	4
2.2. Dans le domaine militaire	4
2.3. Dans le domaine de l'aéronautique	4
2.4. Dans le domaine de la santé	5
2.4.1. La « Machine » de Madame Du Coudray	6
2.4.2. Le pneumoscope du Dr Collongues	7
2.4.3. Mrs Chase	7
2.4.4. Resusci Anne	9
2.4.5. Sim One	10
2.4.6. Evolutions	10
3. Les enjeux de la simulation	11
3.1. Pédagogique	11
3.1.1. Formation initiale	12
3.1.2. Formation continue	14
3.1.3. Evaluation des compétences	16
3.2. Amélioration de la qualité des soins	17
3.3. Ethique : Primum non nocere	19
3.4. Financier	20
3.5. Limites, et quelques pistes pour les repousser	20
4. Etat des lieux de la simulation en santé	23
4.1. En Amérique du Nord	23
4.2. En Europe	25
4.3. Etat des lieux en France, en pédiatrie	26
5. La simulation en pratique	27
5.1. Différents types de simulateurs pour différents objectifs	27
5.1.1. Patient simulé par un acteur	27
5.1.2. Simulation basse-fidélité ou procédurale	28
5.1.3. Simulation haute-fidélité	28
5.1.4. Simulation hybride	29
5.2. Organisation d'une séance de simulation	30

B.	EVALUATION DES GESTES TECHNIQUES D'URGENCE EN PEDIATRIE PAR LA SIMULATION	32
1.	Place de la simulation dans la formation aux gestes d'urgence	32
2.	Nécessité d'outils d'évaluation	32
3.	Critères de qualité d'un outil d'évaluation	33
3.1.	<i>Etude de la fiabilité</i>	34
3.2.	<i>Etude de la validité</i>	35
4.	Description des grilles existantes concernant les quatre gestes étudiés	37
4.1.	<i>Grilles concernant la pose d'un cathéter intra-osseux</i>	37
4.2.	<i>Grilles concernant la ventilation au masque et/ou l'intubation</i>	38
4.3.	<i>Grilles concernant le massage cardiaque</i>	40
5.	Nécessité de nouvelles grilles	41
 CHAPITRE II - MATERIELS ET METHODES		43
1.	Description des gestes	44
2.	Création des quatre grilles	44
2.1.	<i>Sélection initiale des items de chaque grille : pertinence</i>	44
2.2.	<i>Cotation des items</i>	46
2.3.	<i>Méthode Delphi modifiée</i>	46
3.	Méthode	47
3.1.	<i>Population</i>	47
3.2.	<i>Principes d'évaluation</i>	48
3.2.1.	Matériel disponible et consignes	48
3.2.2.	Réalisation du geste et évaluation	50
3.3.	<i>Méthodes statistiques</i>	51
 CHAPITRE III – RESULTATS		52
1.	Caractéristiques de la population	53
1.1.	<i>Caractéristiques sociodémographiques des participants</i>	53
1.2.	<i>Niveau d'expérience pour chaque geste</i>	53
1.2.1.	Pose d'un cathéter intra-osseux	53
1.2.2.	Ventilation au masque et à l'insufflateur manuel	54
1.2.3.	Intubation trachéale	55
1.2.4.	Massage cardiaque	56
1.3.	<i>Sentiment de performance pré-test</i>	57
2.	Etude de la fiabilité	58
3.	Scores obtenus par les différents groupes	61
3.1.	<i>Grille RESCAPE-IO (Pose d'un Cathéter Intra-osseux)</i>	61
3.2.	<i>Grille RESCAPE-BMV (Ventilation à l'insufflateur manuel)</i>	62
3.3.	<i>Grille RESCAPE-IT (Intubation trachéale)</i>	62
3.4.	<i>Grille RESCAPE-CM (Massage cardiaque externe)</i>	63

4.	Scores obtenus par les groupes après ajout des P2	64
4.1.	<i>Grille RESCAPE-IO (Pose d'un Cathéter Intra-osseux)</i>	64
4.2.	<i>Grille RESCAPE-BMV (Ventilation à l'insufflateur manuel)</i>	65
4.3.	<i>Grille RESCAPE-IT (Intubation trachéale)</i>	65
4.4.	<i>Grille RESCAPE-CM (Massage cardiaque externe)</i>	66
 CHAPITRE IV – DISCUSSION		67
1.	Rappels des principaux résultats	68
2.	Commentaires sur les outils existants	68
3.	Discussion sur la méthodologie de notre travail	73
3.1.	<i>Les grilles RESCAPE</i>	73
3.2.	<i>Participants</i>	75
3.3.	<i>Méthode de validation utilisée</i>	76
4.	Discussion des résultats obtenus	77
4.1.	<i>Résultats pour la fiabilité des grilles RESCAPE</i>	77
4.2.	<i>Résultats pour la validité des grilles RESCAPE</i>	78
5.	Implications pour de futurs projets de recherche	79
6.	Implications pour la pratique	80
 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES		82
 ANNEXES		85
	Annexe 1 : Comparaison des grilles existantes sur la pose d'un cathéter intra-osseux	86
	Annexe 2 : Comparaison des grilles existantes sur la ventilation au masque	86
	Annexe 3 : Comparaison des grilles existantes sur l'intubation trachéale	86
	Annexe 4 : Comparaison des grilles existantes sur le massage cardiaque	90
	Annexe 5 : Description du geste « Pose d'un cathéter intra-osseux »	91
	Annexe 6 : Description du geste « Ventilation à l'insufflateur manuel »	92
	Annexe 7 : Description du geste « Intubation trachéale »	93
	Annexe 8 : Description du geste « Massage cardiaque »	94
	Annexe 9 : Grille RESCAPE-IO	95
	Annexe 10 : Grille RESCAPE-BMV	96
	Annexe 11 : Grille RESCAPE-IT	97
	Annexe 12 : Grille RESCAPE-CM	98
	Annexe 13 : Questionnaire rempli par les sujets sur la formation et l'expérience concernant les gestes d'urgence chez l'enfant	99
	Annexe 14 : Scores médians obtenus par les 5 groupes pour chacun des 4 gestes	100
	Annexe 15 : RESCAPE Tools :Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation	101
 RÉFÉRENCES		118

Liste des abréviations

CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CSCT	Certificat de Synthèse Clinique et Thérapeutique
DPC	Développement Professionnel Continu
DCEM	Deuxième Cycle des Etudes Médicales
DU	Diplôme d'Université
EPP	Evaluation des Pratiques Professionnelles
ERC	European Research Council
FIO	Fiabilité inter-observateur
FMC	Formation Médicale Continue
HAS	Haute Autorité de Santé
IDE	Infirmier(e) Diplômé(e) d'État
ICC	Coefficient de Corrélation Intraclasse
ILCOR	International Liaison Committee on Resuscitation
MCE	Massage Cardiaque Externe
PCEM2	Deuxième année du Premier Cycle des Etudes Médicales
PL	Ponction Lombar
PNSP	Programme National pour la Sécurité des Patients
RANP	Réanimation Avancée Néonatale et Pédiatrique
RMM	Revue Morbidité Mortalité
SFAR	Société Française d'Anesthésie Réanimation
VAS	Voies Aériennes Supérieures

CHAPITRE I – INTRODUCTION

A. SIMULATION : FONDEMENTS ET ETAT DES LIEUX

Entamant la courbe qui va le mettre dans l'axe des pistes, Pierre aborde l'aéroport de Nice. Pilote de ligne sur long courrier, c'est la première fois qu'il va atterrir dans la Baie des Anges en vrai. Car Pierre connaît les lieux. La simulation a représenté près du dixième des 1500 heures de vol nécessaires à l'obtention de sa licence, et il l'utilise régulièrement depuis. Pierre a déjà atterri à Nice plusieurs fois: il a répété sur simulateur les manœuvres imposées par la configuration spécifique du lieu.

Dans le secteur aérien, la simulation avec images de synthèse en 3D s'est imposée dès 1990. Elle fait partie intégrante de la formation, de la remise à niveau et de l'évaluation par les pairs.

Interne en néonatalogie, Sophie doit intuber un nouveau-né cyanosé. C'est sur le terrain qu'elle va pour la première fois effectuer cet acte dans un stress bien compréhensible. Elle n'a pas eu la chance de bénéficier d'un apprentissage virtuel et c'est en situation d'urgence qu'elle aborde le geste salvateur. Sophie a de la chance, elle est accompagnée par le Pr Boutté qui prendra la main en cas d'échec. Il ne sera pas toujours à ses côtés.

Dans le domaine de la santé, la simulation comme méthode d'apprentissage bénéficie à son tour d'un incroyable essor. Dans cette première partie d'introduction, nous ferons quelques rappels historiques, nous discuterons des enjeux de la simulation en santé, nous ferons un rapide état des lieux de la simulation dans la spécialité pédiatrique, puis nous aborderons l'aspect pratique d'une séance de simulation.

1. Définitions

« Donner pour réel ce qui n'est pas, en imitant l'apparence de la chose à laquelle on veut faire croire » (22) : cette définition du Petit Robert décrit tout type de simulation.

Le terme « simulation » désigne également une « représentation du comportement d'un processus physique, industriel, biologique, économique ou militaire au moyen d'un modèle matériel dont les paramètres et les variables sont les images de ceux du processus étudié » (87), et peut ainsi être utile au médecin, au chercheur, à l'ingénieur, au boursier, au militaire, pour étudier les conséquences d'une action sur la représentation d'un élément sans la réaliser sur l'élément réel.

Une définition concernant la simulation en tant qu'outil d'apprentissage a été donnée par P. Béguin et A. Weill-Fassina et décrit la « simulation comme une méthode d'enseignement, de savoir-faire et d'habiletés utilisés dans des tâches pour lesquelles un enseignement direct s'avère impossible pour des raisons déontologiques (sécurité et sûreté), économique (coût du matériel) ou techniques (très faible probabilité d'occurrence des accidents ou incidents). L'objectif est de permettre à l'opérateur d'apprendre à reproduire de la façon la plus réaliste et fidèle les comportements attendus » (6).

Concernant la simulation en santé, la définition suivante a été retenue dans le rapport de l'HAS paru en 2012 (37) : « Le terme simulation en santé correspond à l'utilisation d'un matériel (comme un mannequin ou un simulateur procédural), de la réalité virtuelle ou d'un patient standardisé pour reproduire des situations ou des environnements de soin, dans le but d'enseigner des procédures diagnostiques et thérapeutiques et de répéter des processus, des concepts médicaux ou des prises de décision par un professionnel de santé ou une équipe de professionnels » (88).

2. Historique de la simulation comme support éducatif

2.1. Origines de l'utilisation de la simulation

Dans certains secteurs comme dans l'industrie nucléaire, l'aviation ou l'armée, les expériences réelles demandent parfois une prise de risque humain, matériel ou environnemental, un engagement financier important, ou ne sont tout simplement pas accessibles. Dès les débuts du développement de ces secteurs, la simulation s'est imposée comme moyen d'appréhender les situations, et de s'entraîner à les prendre en charge. Son développement a ensuite eu lieu en parallèle de celui du secteur concerné.

2.2. Dans le domaine militaire

La simulation entre dans la formation des militaires français de manière officielle dès les années 1980. Elle joue actuellement un rôle primordial dans la formation de nos soldats. Si on prend l'exemple de l'Ecole militaire de Draguignan, elle représente déjà plus de 20 % de la formation des capitaines d'infanterie et près de 15 % de celle des capitaines d'artillerie. C'est presque autant que l'application sur le terrain. Dans un contexte de réduction des coûts et des matériels, son utilisation ne cessera de se développer dans les années à venir (81).

2.3. Dans le domaine de l'aéronautique

Tandis que le premier avion prenait son envol en 1903 (48), c'est dès 1910, sur initiative du Commandant Clolus, du Commandant Laffont et du Lieutenant Clavenaud, que la société Antoinette, créée par Léon Levavasseur, produisit les premiers appareils dédiés à l'apprentissage au sol du pilotage aérien pour l'instruction des soldats de l'Armée Française. Le « tonneau d'Antoinette » est un des tout premiers simulateurs de vol : fixé au sol, placé dans le lit du vent, son poste de pilotage composé de deux demi tonneaux en équilibre permettait de restituer les effets aérodynamiques des commandes (35).



Le tonneau d'Antoinette

Les techniques de simulation se sont ensuite développées, des simulateurs de plus en plus performants ont vu le jour. Dès 1929, Edwin Link mis au point « Link Trainer » (67) un simulateur de vol dont le pilote pouvait commander les positions de la cabine, et dans lequel il recevait les ordres de l'instructeur à l'aide d'un micro. Ce simulateur connut diverses évolutions jusque dans les années 1960. De nos jours, il existe des logiciels très perfectionnés, et les simulateurs reproduisent de manière de plus en plus fidèle et de plus en plus détaillée l'environnement réel du pilote (80).

Le simulateur de vol est utilisé pour la formation initiale du pilote, permet ensuite la formation continue et l'évaluation des professionnels de l'aviation. De plus, la simulation est utilisée pour améliorer les pratiques collectives, par exemple pour la gestion des situations de crise.

Ce sont toutes ces pratiques de simulation qui peu à peu prennent également leur place dans le domaine de la santé.

2.4. Dans le domaine de la santé

On retrouve très tôt dans notre Histoire l'utilisation d'animaux ou d'humains, vivants ou décédés, comme support à l'éducation médicale. Le cadavre est certainement le premier simulateur utilisé en médecine. En France, Germain Pichault de la Martinière créa les

premières écoles de chirurgie sous Louis XV ; les apprentis chirurgiens pouvaient y répéter les opérations sur des cadavres humains (10). L'existence de mannequins comme support pédagogique est connue dès le 18ème siècle.

2.4.1. La « Machine » de Madame Du Coudray

En obstétrique, les mannequins sont utilisés depuis le 18ème siècle pour favoriser l'apprentissage. Créée en 1759 par la sage-femme Angélique Du Coudray, la « Machine » qui servait à enseigner l'art des accouchements comprend un mannequin en tissu et en cuir, rembourré de coton, représentant la partie inférieure du corps d'une femme et un nouveau-né (33). Le mannequin de démonstration est représenté en grandeur nature, en position gynécologique, et repose sur une armature en fer. Sa partie supérieure comporte un orifice servant à placer l'enfant dans le ventre maternel. Un jeu de ficelles et de lanières permet de simuler l'ampliation vaginale et la dilatation du périnée lors du passage de l'enfant, contribuant à montrer la dynamique de l'accouchement (10). La radiographie a révélé qu'un véritable bassin de femme est présent à l'intérieur de la structure. D'autres accessoires de simulation ont été créés par Madame Du Coudray, tels que des modèles représentant l'anatomie de la femme, un fœtus à sept mois et des jumeaux (86).



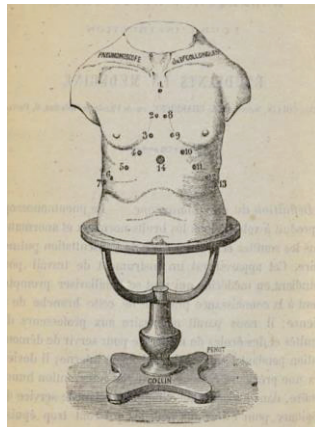
La « Machine » de Madame Du Coudray

C'est avec l'autorisation de Louis XV qui lui délivra un brevet royal (27) qu'elle parcourut la France à partir de 1759 et durant vingt-cinq ans, et forma ainsi plus de 5 000 sages-femmes et

chirurgiens grâce à la simulation (33,61). Certains de ses mannequins sont toujours visibles au Musée Flaubert et d'Histoire de la Médecine de Rouen (86).

2.4.2. Le pneumoscope du Dr Collongues

En 1872, le Dr Collongues crée un mannequin d'auscultation pour l'instruction des étudiants en médecine, « le pneumoscope », capable selon lui de reproduire tous les bruits, normaux et anormaux, de l'auscultation pulmonaire. Il s'agit d'un thorax en bois sculpté supporté par un pied, d'une poire pour la production des bruits de fluctuation thoracique, d'une boîte contenant tout le nécessaire pour créer les souffles et râles secs, et une autre pour les objets permettant de reproduire les souffles et râles humides. Il publie un manuel d'utilisation pour expliquer comment reproduire les 14 bruits pulmonaires à l'aide de son mannequin (23).

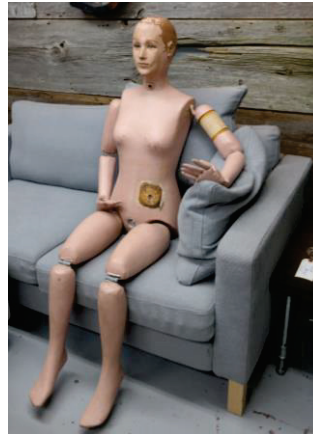


Le pneumoscope du Dr Collongues

2.4.3. Mrs Chase

Au début du 20ème siècle, la responsable de l'école de formation du Hartford Hospital, Miss A. Lauder Sutherland, n'était pas satisfaite de la qualité des mannequins de paille alors disponibles et voulait un mannequin réaliste sur lequel les élèves infirmières pourraient s'entraîner aux compétences en soins infirmiers de base: habiller un patient, le retourner et le

transférer du fauteuil au lit. Miss Sutherland fait alors appel à Martha Jenks Chase, une fabricante de poupées pour enfant (55). Avec l'aide de son mari médecin, Mme Chase crée en 1910 un mannequin robuste, réaliste, présentant des hanches, des genoux, des coudes et des épaules articulées (39).



Mrs Chase

En 1911, le premier mannequin produit, dénommé "Chase Hospital Doll", a été envoyé à l'Hôpital de Hartford pour l'école de formation des infirmières. Les étudiantes de Hartford le surnommèrent "Joséphine" (17).



Etudiantes infirmières de Hartford en 1911, accompagnées de « Joséphine »

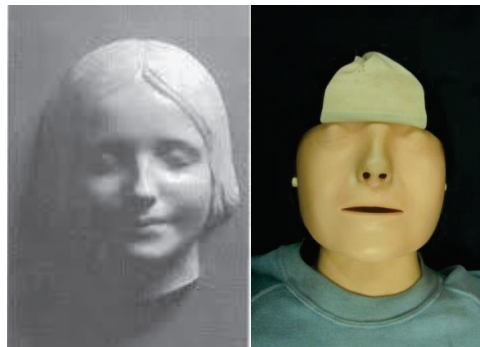
En 1913, des « Baby Chase », les premiers mannequins pédiatriques, du nouveau-né jusqu'à l'enfant de 4 ans, ont été produits par la Société Chase. Ces poupées ont été utilisées pour enseigner à des mères quelques éléments essentiels des soins de nursing, et ont également été utilisés dans des écoles d'infirmières pour l'enseignement et la pratique de la pédiatrie.

Après « Joséphine », « Arabella » naît en 1914 : elle est dotée d'un site de ponction veineuse avec réservoir interne, d'un orifice urétral, d'un orifice vaginal et d'un rectum, permettant aux étudiantes infirmières de s'entraîner à plusieurs gestes techniques (39).

Ces mannequins basse fidélité sont devenus très populaires, ils ont été utilisés par la profession infirmière jusqu'en 1980.

2.4.4. Resusci Anne

Au milieu du 20^{ème} siècle, sous l'impulsion de réanimateurs norvégiens, Asmund Laerdal, fondateur d'une société de jouets spécialisée dans la fabrication de poupées, crée un mannequin de taille humaine et d'apparence très réaliste, qui permettrait selon lui aux élèves d'être davantage motivés pour apprendre les techniques de réanimation (89). Comme visage pour son mannequin, il s'inspira du masque de l'Inconnue de la Seine : une jeune femme retrouvée noyée dans la Seine dans les années 1880, dont le visage fût immortalisé par un masque mortuaire selon la coutume de l'époque, car son identité n'avait pu être établie.

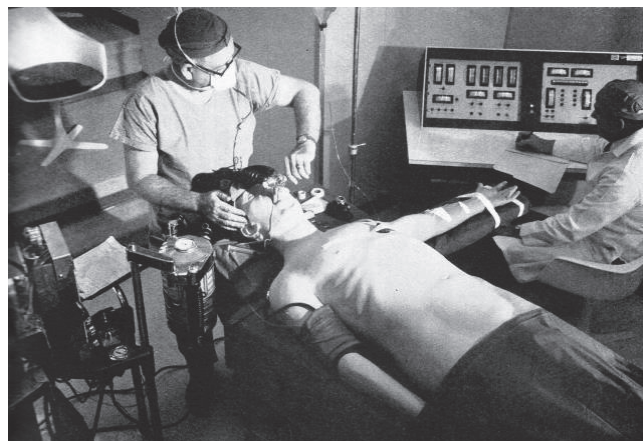


Visage de l'inconnue de la Seine

Si depuis 1960 le visage de Resusci Anne n'a pas vieilli, son corps, lui, a su se moderniser : sa tête peut être basculée en arrière pour l'apprentissage des manœuvres de libération des voies aériennes supérieures et de l'insufflation par bouche à bouche, et un ressort a été inclus dans son thorax dès 1961 pour l'apprentissage du massage cardiaque externe (26).

2.4.5. Sim One

Au début des années 1960 en Californie, un ingénieur, M. Abrahamson, et un médecin, Dr Denson, mettent au point le « Sim One », premier mannequin contrôlé par ordinateur. Il représente un patient, couché sur une table d'examen, le bras gauche tendu prêt pour une perfusion intraveineuse, un brassard de pression sur le bras droit. Son revêtement imite la couleur et la texture de la peau humaine. Ses fonctions sont nombreuses : il est capable de simuler ventilation spontanée, fasciculations, myosis et mydriase, il peut ouvrir et fermer sa bouche, cligner des yeux; il peut bénéficier d'une intubation trachéale. Il réagit en temps réel à l'injection de quatre traitements intraveineux et à l'inhalation d'oxygène et monoxyde d'azote (1). Il a inspiré les mannequins haute-fidélité actuels.



Exemplaire unique de Sim One, 1967

2.4.6. Evolutions

Depuis la fin du 20^{ème} siècle, la simulation en santé s'est beaucoup développée, conduisant à une diversification des outils disponibles. Avec l'évolution des technologies sont apparus des simulateurs de plus en plus perfectionnés capables de réagir de manière précise et complexe aux actions des participants. Ces mannequins, dits « haute-fidélité » coexistent avec des simulateurs « basse-fidélité », toujours utilisés pour l'apprentissage de certains gestes techniques.

La diversification du matériel disponible doit nous conduire à une réflexion sur les enjeux de la simulation, et sur les usages que l'on souhaite en faire.

3. Les enjeux de la simulation

3.1. Pédagogique

Sophie, notre interne en néonatalogie, est de nouveau en situation. Elle est prête : appelée pour une naissance par césarienne pour ARCF, Sophie est devant la table de réanimation néonatale, dans la salle attenante à la salle de césarienne, charlotte sur les cheveux et mains gantées, prête à déclencher le chrono dès le clampage du cordon. Le Pr Boutté est une fois de plus derrière elle ; il l'observe.

L'enfant est déposé sur la table, inerte. Elle l'aspire en le séchant, le stimule, et devant une adaptation à la vie extra-utérine difficile, débute une ventilation au Néopuff®. Sophie est concentrée sur la séquence des évènements, sur la technique de réalisation de chacun de ses gestes. Aucun questionnement sur la perte de chance de l'enfant au cas où elle aurait oublié un geste à réaliser ou effectué une ventilation inefficace ne vient perturber sa concentration : même en l'absence d'intervention du Pr Boutté, l'enfant ne risque rien. Il est en plastique, sa détresse respiratoire n'est que virtuelle, il est là pour que Sophie apprenne son métier.

Arrive ensuite l'heure de l'analyse. Sophie est corrigée sur la séquence des évènements, la tenue de son masque, sa position, son manque de communication avec l'équipe. Autant de fondamentaux que la simulation aide à graver dans les esprits. Au total, lors de son stage, Sophie apprendra plusieurs gestes techniques sans stress : pose d'un KTVO, ventilation à l'insufflateur manuel, intubation, massage cardiaque de nouveau-né ; et elle bénéficiera de plusieurs mises en situations pour lui apprendre à gérer les situations les plus fréquentes ou celles les plus à risque.

3.1.1. Formation initiale

L'apprentissage des compétences cliniques dans les différents stages hospitaliers peut-être rendue difficile par un encadrement limité des étudiants, par le manque d'évaluation de l'enseignement ou par l'hétérogénéité des pratiques cliniques (28,66). De plus, l'exposition clinique à un geste ou une situation donnée est aléatoire. On pourrait imaginer que la simulation vienne apporter une part de la solution face à ces problèmes.

Une méta-analyse publiée en 2011 dans le Journal of American Medicine Association (JAMA) concernant 609 études a démontré l'efficacité de la simulation pour l'éducation des professionnels de santé, avec un impact important sur les connaissances, les compétences (habiletés techniques) et les comportements (soins aux patients) en comparaison avec l'absence d'intervention (25). Okuda et al. aboutissent aux mêmes conclusions dans leur revue de littérature concernant 113 études sur l'efficacité de la simulation comme méthode d'apprentissage en santé (57).

Dans le domaine de la pédiatrie, d'autres revues de littérature récentes suggèrent que la simulation pourrait être utilisée comme méthode d'apprentissage efficace (20,50,52).

Les objectifs d'apprentissage par simulation peuvent être schématiquement séparés en deux grands domaines : d'une part l'apprentissage de procédures et compétences techniques, et d'autre part, l'apprentissage de gestion d'une situation, du comportement, du travail en équipe.

a) Gestes techniques

La réalisation d'un geste technique nécessite la maîtrise de certaines notions pratiques comme le choix du matériel nécessaire ou la séquence des évènements, qui peuvent être intégrés grâce aux cours dispensés à la faculté ou à l'apprentissage dans les manuels. Mais il paraît compliqué pour un étudiant d'appréhender de manière correcte la réalisation d'un geste

technique sans jamais l'avoir effectué lui-même. Pour illustrer, même si un cours en amphithéâtre sur la ventilation au masque permettrait une bonne compréhension du geste et l'acquisition des connaissances théoriques utiles à sa réalisation, il ne suffirait pas à la maîtrise du geste : seule la tenue du masque en main, la pose sur un visage, l'analyse du résultat obtenu par la pression du ballon par l'apprenant lui permettra une appropriation du geste. La simulation permet en cela d'acquérir une certaine « expérience » du geste.

Par ailleurs, la formation sur simulateur permet la répétition du geste technique ou de la procédure autant que nécessaire, donnant ainsi le droit à l'échec, même répété. L'étudiant peut alors se concentrer sur le geste à réaliser sans préoccupations éthiques : le patient ne subit pas le manque d'expérience du médecin en devenir. Elle permet également de ne pas limiter les interactions enseignant-apprenant : en situation réelle, il est parfois difficile pour l'apprenant d'exprimer ses difficultés devant le patient, et pour l'enseignant de corriger un geste mal effectué.

b) Gestion d'une situation

La mise en situation par la simulation permet aux étudiants de mobiliser et d'appliquer leurs connaissances ; leur participation active ainsi que la contextualisation des connaissances sont des facteurs favorisant la mémorisation. En fin de séance, la synthèse, l'analyse et l'évaluation personnelle de la prise en charge de la situation vont permettre un ancrage des connaissances. Ces mises en situation créent une expérience, un vécu d'une situation, qui pourront être mobilisés pour faire face à des situations similaires.

La discussion constructive des erreurs et des points positifs lors du débriefing est rendue possible grâce à l'absence de risque pour le patient qui crée un environnement psychologique serein.

La simulation permet également l'apprentissage de la gestion du stress, de la communication et de la gestion d'une équipe (34), et ainsi les compétences de gestion de crises (44).

Dans le domaine des urgences pédiatriques, plusieurs revues s'accordent sur la meilleure gestion des situations critiques après séance de simulation (31,71).

3.1.2. Formation continue

L'apprentissage par simulation n'est pas réservé à la formation initiale des étudiants : la simulation procédurale représente un outil intéressant pour les médecins souhaitant apprendre ou perfectionner certains de leurs gestes techniques, et la simulation haute-fidélité leur permet de parfaire ou de remettre à jour leur prise en charge d'une situation donnée.

En France, la réglementation en matière de Formation Médicale Continue (FMC) et d'Evaluation des Pratiques Professionnelles (EPP) se développe. Si la FMC était une obligation déontologique: « tout médecin doit entretenir et perfectionner ses connaissances; il doit prendre toutes dispositions nécessaires pour participer à des actions de FMC » (72), elle est devenue une obligation légale par l'ordonnance du 24 avril 1996 : « l'entretien et le perfectionnement de ses connaissances constituent pour chaque médecin un devoir professionnel » (82). Cette obligation a été confirmée par la loi du 04 mars 2002 qui stipule que la FMC a pour objectif le perfectionnement des connaissances et l'amélioration de la qualité des soins et du mieux-être du patient (74).

Une obligation nouvelle et complémentaire de la FMC est celle de l'EPP, introduite par la loi du 13 août 2004 (75) relative à l'assurance maladie. La loi "Hôpital, Patients, Santé, Territoires" (loi HPST) de 2009 confirme l'obligation de FMC et EPP sous le terme unifié de Développement Professionnel Continu (DPC = FMC + EPP). Selon l'article 59 de cette loi, le DPC a pour objectifs « l'évaluation des pratiques professionnelles, le perfectionnement des connaissances, l'amélioration de la qualité et de la sécurité des soins ainsi que la prise en

compte des priorités de santé publique et de la maîtrise médicalisée des dépenses de santé » (77).

Comme l'explique Pierre-Louis BRAS, inspecteur général des affaires sociales, dans son rapport sur la FMC et l'EPP, « la formation continue, lorsqu'elle emprunte les outils pédagogiques traditionnels, a peu d'impact sur les pratiques. Les modes de formation plus interactifs, plus ancrés dans la pratique effective des médecins, auraient un impact plus prononcé » (84). C'est pourquoi on peut penser que la simulation pourrait tout naturellement trouver sa place dans le développement professionnel continu des médecins.

C'est dans cette optique que la HAS a créé une fiche technique « Développement Professionnel Continu et Simulation en santé ». Cette fiche technique décrit la participation des professionnels à une session de simulation dans le cadre d'un programme de DPC conforme à une orientation nationale ou régionale et mise en œuvre par un organisme de DPC (36). Comme elle peut l'être dans le cadre de la formation initiale, la simulation pourrait être utilisée dans le cadre du DPC dans l'entraînement aux gestes techniques, au raisonnement clinique diagnostique et/ou thérapeutique, à la gestion des comportements et des risques (36).

Même si on peut admettre que les mannequins utilisés en FMC ne sont pas toujours très réalistes, ou qu'il est difficile de représenter toutes les subtilités de la globalité d'un patient et d'une prise en charge en général, la séance de simulation dans le cadre d'une FMC permet de favoriser l'échange entre les professionnels de santé, en abordant des réflexions plus générales sur les connaissances de base, les pratiques individuelles des participants, les améliorations possibles.

Elle peut permettre une réflexion autour d'une prise en charge en évitant aux protagonistes de se sentir jugés comme cela peut arriver lors de la critique d'une prise en

charge d'une situation réelle, ou encore pourrait servir de support à la réflexion lors d'une Revue Morbidité Mortalité.

3.1.3. Evaluation des compétences

Nous avons vu que le patient simulé ou standardisé est une technique validée pour la formation médicale, mais d'autres études mettent en avant la simulation comme méthode valide pour l'évaluation.

La simulation en santé pourrait, comme cela existe déjà dans d'autres domaines d'application, servir d'outil d'évaluation, soit pour suivre les progrès d'un apprenant (évaluation formative), soit comme moyen de certifier que les objectifs ont bien été atteints avec pour but le contrôle continu des connaissances et l'obtention des diplômes (évaluation certificative) (12).

L'évaluation formative permet de se rendre compte des connaissances et compétences acquises par l'apprenant : « le cursus définit ce qui va être enseigné, et l'évaluation ce qui va être appris » (51).

La réforme du régime des études médicales (83) a permis d'intégrer la formation par simulation dans les modalités de validation du certificat de compétences cliniques qui sera mis en place à partir de l'année universitaire 2015-2016. Ce certificat remplace le Certificat de Synthèse Clinique et Thérapeutique (CSCT), il est destiné à vérifier les compétences acquises par les étudiants et leur capacité à synthétiser les connaissances acquises. Il est organisé à la fin du deuxième cycle des études médicales. Même si dans les faits ces mesures ne sont pas encore généralisées, on constate une volonté de la part des pouvoirs publics de faire de la simulation un moyen dans l'évaluation des jeunes médecins.

Plusieurs études mettent en avant l'utilisation de patients standardisés comme méthode capable d'évaluer des compétences techniques (4). Cette méthode d'évaluation est de plus en plus répandue aux Etats-unis (42).

Plus particulièrement en pédiatrie, une étude suggère par exemple que la simulation peut être utilisée auprès des internes comme méthode d'évaluation des compétences de gestion des voies aériennes supérieures (60).

Le développement d'instruments de mesure fiables pour ces évaluations est indispensable, et nous étudierons quelques outils d'évaluation des gestes d'urgence par la simulation en pédiatrie dans un paragraphe suivant (Chapitre I – Partie B - Paragraphe 4.).

3.2. Amélioration de la qualité des soins

Le rapport « L'erreur est humaine: Bâtir un système de santé plus sûr » a été publié en novembre 1999 par l'Institut Américain de Médecine. Il a permis une prise de conscience de l'ampleur des erreurs médicales. Le rapport a été basé sur une analyse de plusieurs études réalisées par diverses organisations et a conclu que entre 44 000 à 98 000 personnes meurent chaque année aux Etats-Unis à la suite d'erreurs médicales évitables (24).

L'enquête ENEIS (Enquête Nationale sur les Evénements Indésirables liés aux Soins) réalisée en France en 2005 puis en 2009 aboutit à des constats similaires. Environ 2.6% des hospitalisations sont en rapport avec un événement indésirable lié aux soins, et près de la moitié des événements graves liés aux soins seraient évitables (78). Il est apparu urgent de proposer des solutions pour faire décroître ces pourcentages.

Le rapport «to Err is Human » proposait déjà d'utiliser la simulation médicale comme l'un des moyens de réduire la fréquence ou les conséquences des erreurs médicales.

Comme nous l'avons vu, l'amélioration potentielle des « savoir-faire » par la simulation procédurale et des « savoir être » par la simulation haute-fidélité est décrite dans de nombreuses études. C'est en cela que la simulation permet à priori une amélioration de la sécurité : le geste a été appris, répété, évalué, avant sa réalisation in vivo ; la situation clinique a été abordée, analysée, critiquée avant son déroulement dans le réel.

En France, le Programme National pour la Sécurité des Patients (PNSP) recommande de « faire de la simulation en santé sous ses différentes formes une méthode prioritaire, en formation initiale et continue, pour faire progresser la sécurité» (85). L'une des priorités du PNSP et de la Haute Autorité de santé est de promouvoir le respect du principe : «jamais la première fois sur le patient» (79).

Des revues de littérature conduites dans plusieurs spécialités médicales ou chirurgicales ont démontré l'amélioration de la performance en milieu clinique après apprentissage sur simulateurs pour des gestes techniques (19,29). Certaines études constatent non seulement une amélioration de la qualité de la procédure sur la partie technique et non-technique du geste mais également une influence positive sur le ressenti du patient (2).

D'une manière très concrète, une étude de Neily et al. a mis en évidence un effet significatif sur la diminution de la mortalité (180 000 patients inclus) après une participation des équipes chirurgicales à un programme de formation au travail en équipe par simulation (56).

Mileder et al ont étudié 13 études dans leur revue de littérature sur l'utilisation de la simulation pour la formation en réanimation néonatale et pédiatrique, et ont conclu que les compétences acquises par la simulation peuvent être intégrées dans la pratique clinique, et pourraient conduire à améliorer la sécurité et la santé des patients (50).

Cependant, les études sur la transférabilité des compétences apprises par simulation en milieu clinique sont peu nombreuses, car même si certains critères pourraient être analysés, l'évaluation du bénéfice exact pour le malade est difficile à appréhender.

3.3. *Ethique : Primum non nocere*

La formation médicale classique reposait sur un précepte : « voir faire, reproduire puis enseigner », que les anglophones expriment par « see one, do one and teach one ».

Dans cette conception, même si l'étudiant est encadré par son formateur pour les tâches cognitives (interrogatoire, annonce...), ou procédurales (examen physique, ponctions diverses ou procédures thérapeutiques), le bien être du patient peut en souffrir. Explications hésitantes, ponctions répétées, sutures approximatives, la liste des « ratages » est longue. Si certains d'entre eux sont acceptables (se reprendre à deux fois pour une intraveineuse par exemple) tous ceux qui mettent en jeu le devenir du patient peuvent désormais faire l'objet de poursuites pénales.

De nos jours, ni les patients, ni la société, ni le corps médical lui-même n'acceptent plus l'existence d'un risque non contrôlé. Confier des malades-objets à l'inexpérience d'un apprenti-médecin dans la cadre de sa formation n'est plus d'actualité. L'évolution des mentalités a conduit au postulat suivant : « jamais la première fois sur le patient ». C'est dans ce contexte que la simulation pourrait tenir un rôle prépondérant dans la formation grâce aux jeux de rôle, aux mannequins, aux apprentissages sur écran...

Bien réalisée, bien codifiée et bien évaluée, la simulation devrait permettre aux étudiants d'arriver en stage hospitalier déjà « dégrossis », en ayant acquis les compétences relationnelles, cliniques et techniques de base. Le passage du virtuel au réel devrait être facilité pour les futurs praticiens et bénéfique à tous leurs futurs patients.

3.4. Financier

L'intégration de l'intérêt économique dans la simulation en santé est-elle possible ? Alors que dans d'autres secteurs comme le nucléaire ou l'aviation l'aspect financier a été le moteur du développement de la simulation (un simulateur de vol pour un élève pilote représente une économie évidente de temps, de gas-oil, d'allongement de vie de la flotte...), dans le domaine médical, il est difficile de faire apparaître le facteur économique en positif : les coûts de simulation (ressources humaines et financières) sont supérieurs à la situation réelle.

Cependant, ces coûts élevés devraient pouvoir être comparés aux gains potentiels. On peut imaginer nombre d'exemples où la réalisation d'un geste technique bien fait éviterait des tentatives itératives et des complications engendrant un surcoût important; où les temps opératoires seraient réduits du fait de la maîtrise préalable des gestes chirurgicaux, ou encore où une situation urgente identifiée à temps et prise en charge efficacement permettrait d'éviter un passage en réanimation, unité de soins où la journée d'hospitalisation présente un coût très important. Ces gains financiers existent en théorie, mais ils resteront difficiles à quantifier.

3.5. Limites, et quelques pistes pour les repousser

Malgré les avantages sus cités que peut présenter la simulation dans le domaine de la santé (avantages pédagogique, éthique, amélioration de la qualité des soins), la simulation n'est pas un outil parfait, permettant l'apprentissage et l'évaluation en toute facilité, accessible à tous et sans contrainte. C'est en ayant conscience de ses limites que nous pourrons tirer profit de son utilisation au maximum.

a) Contexte différent

Les émotions et le stress ressentis lors de la mise en situation réelle sont différents de ceux ressentis au cours d'une séance de simulation.

D'une part, il peut sembler plus facile pour un étudiant de se confronter aux situations d'urgence par simulation parce que le risque réel, parfois paralysant pour certains, n'existe pas. Etant à l'abri de faire courir un danger au patient, l'étudiant peut se montrer moins stressé, et ses actions peuvent s'en ressentir. Ce phénomène pourrait être atténué par les mannequins, les environnements et les scénarii de plus en plus réalistes auxquels sont confrontés les participants, leur permettant de s'impliquer pleinement dans le scénario.

Par ailleurs, il est tout à fait possible d'imaginer l'effet contraire : un étudiant terrorisé à l'idée de se faire observer par des tiers et par les critiques de fin de séance. Cette forme d'enseignement peut-être intimidante (44). La généralisation de ces méthodes d'apprentissage pourrait limiter ce phénomène.

b) Vécu de la séance

Comme nous le verrons dans un prochain chapitre, la définition même d'une simulation réussie inclut la nécessité d'un débriefing en fin de séance ; cette observation et la possibilité de remise en cause de la prise en charge d'une situation, peuvent parfois être mal vécues par l'apprenant (68). Une séance menée correctement doit mettre en confiance l'apprenant.

c) Bénéfice réel en termes de qualité des soins

Même si nous l'avons vu, de nombreuses études mettent en avant que la simulation permet une amélioration des compétences des professionnels de santé, il n'est pas aisé de démontrer qu'elle conduit bien à une amélioration de la qualité des soins. Le transfert vers le patient des compétences procédurales acquises lors de la simulation reste peu évalué (25). D'autres études doivent encore être menées sur le sujet, pour conforter l'idée que l'amélioration des compétences observée sur les mannequins est transférable à une situation réelle.

L'intégration de la simulation dans un programme d'éducation médicale nécessite d'avoir réfléchi précisément aux possibilités d'apport de cette technique en terme d'impact sur la prise en charge des futurs patients.

d) Aspect financier

L'utilisation de la simulation nécessite un investissement financier important, mais très variable selon la pratique que l'on en fait : les besoins ne seront pas les mêmes selon que l'on utilise un mannequin basse-fidélité pour l'apprentissage du massage cardiaque dans un amphithéâtre ou un service de réanimation, ou si on crée un centre de simulation destiné à accueillir plusieurs mannequins haute-fidélité dernière génération.

Dans tous les cas, le premier investissement est celui du mannequin lui-même ; de quelques centaines d'euros pour les mannequins les plus basiques basse-fidélité à plusieurs dizaines de milliers d'euros pour les mannequins haute-fidélité (le prix du SimBaby de Laerdal est de l'ordre de 60.000 \$ (2009) et celui du BabySIM de Meti de 40.000 \$ (2005)). À cela s'ajoute le prix du consommable nécessaire à la réalisation du geste technique ou du scénario (sonde d'intubation, matériel de perfusion ...), et parfois l'achat d'un système de retransmission vidéo. Il faut ensuite prévoir les coûts de maintenance, de mise à jour, et de réparation si nécessaire.

Lors de la création de centres de simulations, les frais de création ou rénovation de locaux sont importants. Il faut ensuite penser aux frais d'entretien de ces locaux.

Après le mannequin et les locaux, les ressources humaines sont une part importante du budget. Tout d'abord, certaines méthodes de simulation nécessitent une formation initiale des instructeurs, que ce soit pour l'utilisation du matériel (par exemple, l'utilisation du Simbaby nécessite une courte formation) ou dans la manière de conduire une séance. Ensuite, la préparation d'une séance de simulation demande un travail préalable primordial mais

chronophage pour les formateurs, comprenant la conception et la réalisation des différents scénarii qui vont être proposés aux participants : cela représente un coût important même si il est difficilement chiffrable. Enfin, si lors d'un cours traditionnel l'enseignant peut transmettre le contenu de son cours en quelques heures devant un amphithéâtre bondé, il n'en va pas de même pour la simulation : les apprenants sont regroupés par petits groupes, leur participation est encouragée, démultipliant ainsi les séances nécessaires et allongeant leur durée.

Ces coûts importants peuvent être un frein au développement de la simulation. Certains centres proposent des formations payantes sur simulateurs, ou encore des formations pour formateurs, dont un des objectifs vise à compenser en partie les investissements importants nécessaires lors de la création et de l'entretien de centres de simulation.

4. Etat des lieux de la simulation en santé

En 2010 la Haute Autorité de Santé (HAS) confiait une mission d'expertise au Professeur Jean-Paul Granry et au Docteur Marie-Christine Moll : réaliser un état des lieux en France et dans le Monde sur les initiatives en cours dans le domaine de la simulation en santé, dans le but d'émettre des recommandations pour son développement selon des modalités efficaces. Quatre ans plus tard, même si les initiatives en simulation se sont multipliées, les constats sont superposables : il existe d'importantes disparités inter-continentales, inter-régionales et même simplement entre les facultés.

4.1. En Amérique du Nord

a) Centres de simulation USA et Canada

Si comme nous l'avons vu plus haut, le premier mannequin haute-fidélité, Sim-One, a été créé en Californie en 1967, il a fallu attendre 1990 pour voir ouvrir les premiers centres de simulation « haute-fidélité » aux Etats-Unis, et 1995 pour les premiers centres Canadiens (11).

Le nombre de centres de simulation est difficile à établir précisément, et les différentes références aboutissent à des chiffres très différents. De plus, les programmes de simulation ne sont pas toujours réalisés dans le cadre d'un centre de simulation, et ils peuvent aux Etats-Unis être accrédités en dehors de toute structure physique. Mais toutes les tentatives de recensement des centres de simulation s'accordent sur une explosion du nombre de centres depuis la fin du 20^{ème} siècle.

En Amérique du Nord, les centres de simulation se situent soit dans les centres de formation (médicaux ou para-médicaux) soit dans les hôpitaux. Ces centres sont devenus une vitrine prouvant l'excellence des établissements de formation et de soins (11). La simulation est utilisée de façon routinière dans les formations médicales, chirurgicales, et paramédicales: selon une enquête réalisée en 2011 par l'Association of American Medical Colleges, la simulation était utilisée dans plus de 84% des établissements d'enseignement médical et paramédical dès la première année d'étude ; les internes de première année bénéficient d'une formation par simulation dans 93% des facultés, et dans 89% des hôpitaux universitaires (63).

Les centres peuvent ensuite s'affilier à des sociétés internationales de simulation : en pédiatrie par exemple, l'International Pediatric Simulation Society (IPSS) a permis de développer une communauté internationale de simulation pédiatrique, organisant des congrès annuels permettant la rencontre et l'échange entre professionnels.

b) Utilisation faite de la simulation en santé Outre Atlantique

Comme en Europe, la simulation est tout d'abord un outil pour la formation initiale dans l'apprentissage des gestes techniques et de gestion de situation clinique. Depuis janvier 2009, c'est même devenu le mode d'apprentissage obligatoire des gestes d'urgence en Amérique du Nord (90). Elle est utilisée également pour la formation médicale continue (63).

Les séances de formation sont fréquemment interprofessionnelles (regroupant médecins et infirmières par exemple) et interdisciplinaire (plusieurs spécialités médicales pouvant être présentes pour la gestion d'un même scénario).

Mais en Amérique du Nord, la simulation ne sert pas seulement à la formation : elle est également un outil d'évaluation dans l'obtention des diplômes, le contrôle continu des connaissances et les programmes de recertification des professionnels de santé. Les anesthésistes par exemple doivent participer à des cycles de recertification, qui incluent une séance de formation par simulation. Les personnels de santé peuvent s'inscrire à des programmes de recertification (qu'ils financent eux-mêmes) et leur assurance reconnaît la formation sur simulateur en diminuant les primes des praticiens formés (37).

Parallèlement aux centres et programmes de formation par la simulation, des centres de recherche en éducation médicale se sont développés dans le milieu des années 1990 à Boston et Standford aux États-Unis, et à Toronto (11). Les études se sont d'abord intéressées aux bénéfices de la simulation comme méthode d'apprentissage, et se sont maintenant tournées vers la recherche des modalités les plus efficaces d'enseignement par simulation.

Les programmes de formation des formateurs en simulation se multiplient et certains centres de simulation se sont spécialisés dans cette voie.

L'évolution de la simulation en Amérique du Nord nous oriente probablement sur le développement à venir de la simulation en Europe.

4.2. En Europe

En Europe, la simulation a trouvé une place plus récente dans le secteur de la santé. Certaines spécialités comme l'anesthésie-réanimation, la médecine d'urgence, l'obstétrique et la réanimation néonatale sont particulièrement actives dans ce domaine.

En 2009, il existait 110 centres de simulation en santé en Europe (45), contre 60 en 2005 (15). Sur ces 110 centres déclarés en Europe, 38 (30 %) déclaraient une activité de simulation pédiatrique, parmi lesquels 90 % possédaient au moins un simulateur pédiatrique haute-fidélité (45). La simulation était utilisée dans ces centres dans le cadre de la formation, et également pour 70 % de ces centres dans le cadre de travaux de recherche. Les moyens matériels, financiers et humains de ces centres sont conséquents, mais hétérogènes en Europe. Les ressources financières ont des origines multiples pour la plupart d'entre eux (Hôpital, Université, fonds privés, participants...) (45).

Le SESAM (Society in Europe for Simulation Applied to Medicine) est une société européenne créée en 1994 dont la mission est d'encourager et de soutenir l'utilisation de la simulation dans les soins de santé dans le but de la formation et de la recherche. Elle regroupe les équipes de simulation des différents pays européens.

4.3. Etat des lieux en France, en pédiatrie

En 2005, on recensait seulement 3 centres de simulation en France (14) , alors qu'il existait 21 centres de simulation français possédant au moins un simulateur haute-fidélité 5 ans plus tard (8).

A l'heure actuelle, on se retrouve dans notre pays face à de réelles disparités dans les moyens et les pratiques de simulation selon les villes : si certains centres français de simulation comme ceux de Nice, du Kremlin Bicêtre, de Lille, de Reims par exemple, sont comparables à ceux existant en Amérique du Nord, disposant de matériel haute-fidélité de qualité, de locaux dédiés, de personnels formés, de ressources financières conséquentes, de nombreuses facultés de médecine n'ont pas cette chance (3). Le rapport de l'HAS fait état de nombreux formateurs qui opèrent de façon artisanale et le plus souvent non rémunérés.

Dans l'objectif de limiter l'hétérogénéité des pratiques, un guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé a été rédigé par la HAS en décembre 2012. D'autres projets sont encore en cours d'élaboration : un guide pour l'auto-évaluation des structures de simulation et un guide d'élaboration d'un scénario de simulation. Ces deux projets correspondent à des objectifs du Programme National pour la Sécurité des Patients (actions 61 et 62 de son axe 3 : «formation, culture de sécurité, appui») (79).

Contrairement à l'Amérique du Nord, les centres de simulation français sont presque tous rattachés à un Centre Hospitalier Universitaire. Les centres ont pour activité principale la formation continue, et les formations proposées aux étudiants sont très hétérogènes selon les facultés. Peu de centres s'intéressent à la formation continue des médecins. Les centres français ne proposent pas à notre connaissance de méthode d'évaluation sur simulateurs.

Sur le plan économique, la France a allouée en 2013 une dotation de 8,26 M€ en faveur du développement de la simulation en santé et déléguée dans le cadre du fonds d'intervention régional 2013.

5. La simulation en pratique

5.1. Différents types de simulateurs pour différents objectifs

5.1.1. Patient simulé par un acteur

Cette méthode ne nécessite pas de matériel spécifique, mais simplement un enseignant formé. Parfois une pièce dans laquelle des observateurs peuvent se placer derrière une vitre sans tain est disponible dans les centres de simulation. Elle cherche à reproduire l'aspect psychologique d'une situation, et sert essentiellement à l'apprentissage d'une communication de qualité avec le patient, à développer ses compétences relationnelles, par exemple lors de la simulation de consultation d'annonce d'une mauvaise nouvelle.

5.1.2. Simulation basse-fidélité ou procédurale

Elle fait appel à des mannequins ou parties de mannequin, dits « basse-fidélité », en vue de l'apprentissage de gestes techniques (thorax incluant un ressort pour l'apprentissage du massage cardiaque, bras pour perfusion, rachis pour ponction lombaire, bassin pour sondage urinaire, tête pour intubation trachéale, ...).



Ils peuvent également être utilisés pour l'apprentissage de la sémiologie clinique (simulateurs de conduits auditifs, mannequin de formation au diagnostic de luxation des hanches, torses pour palpation mammaire, bassins permettant touchers rectal ou vaginal, ...).



5.1.3. Simulation haute-fidélité

Un mannequin géré par ordinateur reproduit un grand nombre de propriétés physiologiques (parle, respire, transpire, pleure, cyanose ...), et réagit aux actions des participants. Les situations vécues se veulent très proches de la réalité : mannequin d'apparence réaliste, présence de l'ensemble d'une équipe, matériel similaire à celui disponible habituellement. Cette utilisation de la simulation permet de reproduire une situation clinique dans son ensemble : les éléments d'ordre médicaux utiles au diagnostic et à

la décision de traitement, mais également d'autres éléments pouvant influencer sur la prise en charge : les réactions du simulateur, des accompagnants du faux-patient, des membres de l'équipe, les contraintes matérielles...



Mannequins pédiatriques haute-fidélité

Il existe également des mannequins haute-fidélité parcellaires : en général reliés à une interface informatique, ils permettent de visualiser la réalisation d'un geste précis grâce à une image virtuelle créée à partir de capteurs de position et de pression. C'est le cas par exemple des simulateurs de pose d'une voie veineuse centrale, de coloscopie, d'échographie trans-thoracique... Ils sont particulièrement utilisés dans le domaine de la formation à certaines techniques chirurgicales.



5.1.4. Simulation hybride

Elle associe plusieurs types de simulation : le patient est simulé par une personne associée à une partie de mannequin, haute ou basse-fidélité. Cette méthode permet d'apporter du réalisme au scénario, l'apprenant devant à la fois maîtriser les gestes

techniques, et gérer les réactions de son patient. Elle est utilisée principalement en obstétrique, alliant une patiente simulée par un acteur et un bassin-mannequin.



Simulation hybride

5.2. Organisation d'une séance de simulation

La séance de simulation débute en général par un rappel du contexte et des objectifs précis de la séance ; il est parfois nécessaire d'effectuer un apport théorique avant de commencer la séance, tant dans le cadre des apprentissages de gestes techniques, que dans les mises en situation.

Le briefing initial comporte également une explication de la part du formateur sur le déroulement de la séance, la description rapide du matériel et de ses possibilités, et le contexte du scénario en cas de mise en situation.

La seconde partie de la séance correspond à la réalisation (ou plutôt des réalisations successives, car c'est là une grande partie de l'intérêt de la simulation, du moins en ce qui concerne l'apprentissage procédural) sur le mannequin du geste à acquérir, ou à la confrontation au scénario.

Enfin, la séance se termine par ce qui semble être la partie la plus importante, le debriefing (21,26,41,52,53,62,70). Il est important de créer un climat d'apprentissage favorable, permettant d'aborder le vécu de la situation par l'apprenant, de discuter ensemble des éléments ayant posé problème, de solliciter sa réflexion. Les avis des autres membres de

l'équipe viendront enrichir l'auto-évaluation de l'apprenant, et majorer l'impact pédagogique. Plus la séance comporte de points à améliorer, plus le bénéfice de la séance sera important. Il est souvent utile de s'appuyer sur un support vidéo : visionner ensemble la situation, la performance du sujet ou de l'équipe pour discuter de points précis et effectuer des critiques constructives. L'association de la mise en situation par simulation et du débriefing permet l'approfondissement des connaissances et de la réflexion ; ainsi Savoldelli publie en 2006 une étude contrôlée et randomisée qui conclut que l'expérience de simulation seule sans débriefing adéquat, ne permet pas d'améliorer les compétences non techniques en situation de crise (69).

Les structures et organisations professionnelles et institutionnelles souhaitant proposer des programmes de simulation aux professionnels de santé pourront utiliser comme support le guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé publié en décembre 2012 par la HAS.

B. EVALUATION DES GESTES TECHNIQUES D'URGENCE EN PEDIATRIE PAR LA SIMULATION

1. Place de la simulation dans la formation aux gestes d'urgence

La pose d'un cathéter intra-osseux, la ventilation au masque, l'intubation trachéale et le massage cardiaque externe sont la base d'une réanimation pédiatrique de première intention. La maîtrise technique de ces gestes par l'ensemble des médecins pédiatriques hospitaliers est indispensable, et doit naturellement s'intégrer dans le cursus de formation des internes de pédiatrie. Actuellement, elle est acquise le plus souvent après les semestres réalisés en réanimation néonatale et/ou pédiatrique. Cependant, la formation adéquate à ces gestes est rendue difficile par la rareté des mises en situations réelles ; et c'est dans cette optique que la simulation s'est imposée ces dernières années comme méthode d'apprentissage appropriée pour ces gestes.

2. Nécessité d'outils d'évaluation

L'efficacité de la simulation comme méthode d'apprentissage pour les gestes d'urgence a fait l'objet de nombreux articles, rapports, et recommandations. En revanche, peu d'articles concernent la création et la validation d'outils pour l'évaluation des performances. Pourtant avec le développement et la diversification des pratiques de simulation, l'évaluation est devenue indispensable et ressort comme un élément clé dans plusieurs articles : la récente revue de littérature de Mills et al. sur l'entraînement par simulation chez les internes en pédiatrie conclut sur la nécessité de création d'outils d'évaluation validés (52). Oriot et al tirent des conclusions similaires dans leur article sur l'intérêt de la simulation en pédiatrie (59). Pour les auteurs du rapport de la HAS sur la simulation en santé, il est évident que la simulation elle-même doit se prêter à l'évaluation, et ne plus se contenter d'enquêtes de

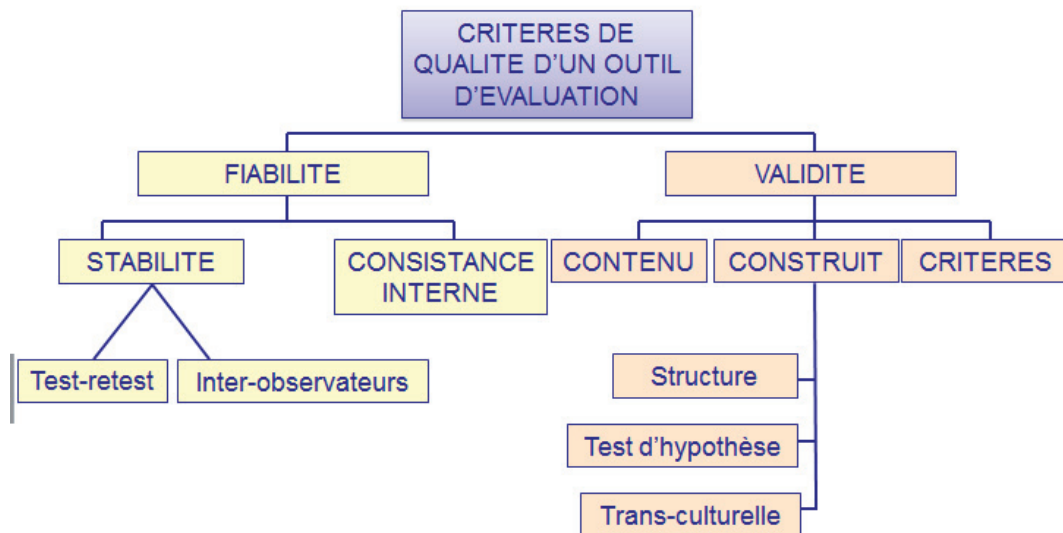
satisfaction des étudiants ou d'évaluations sommaires après formation (37). Dans leur revue de littérature sur le rôle de la simulation en pédiatrie comme outil pédagogique et d'évaluation, Weinberg et al. concluent que si la simulation est un outil de formation efficace, d'autres recherches sont nécessaires pour développer des outils validés d'évaluation permettant d'évaluer la performance d'un sujet ou de démontrer une amélioration des résultats cliniques après la formation par simulation (70).

En effet, les outils d'évaluation sont utiles à l'évaluation des sujets en fin d'apprentissage ou dans le cadre d'une certification, mais également dans l'évaluation de la formation par simulation. Ils permettent de justifier son utilisation (souligner ses points positifs, connaître ses limites, comparer son efficacité par rapport à un autre type d'enseignement), ou de comparer l'efficacité de plusieurs programmes de simulation entre eux. L'existence d'outils validés et utilisés par tous permettrait une homogénéité lors de l'évaluation des personnes comme des programmes, ce qui faciliterait les études et permettrait de tirer des conclusions plus précises sur les points d'intérêt et les limites de la simulation.

La création d'un outil d'évaluation demande d'établir clairement les objectifs pédagogiques à acquérir. Il doit respecter certains critères de qualité : être adapté au contenu à évaluer, être fiable et valide.

3. Critères de qualité d'un outil d'évaluation

Nous abordons dans ce paragraphe les critères de qualité requis lors de l'élaboration d'un outil d'évaluation : la fiabilité et la validité; ce qui nous permettra par la suite de comprendre et discuter la méthodologie utilisée pour la création et l'étude de la qualité des grilles existantes et de nos quatre grilles d'évaluation des gestes d'urgence en pédiatrie



Principaux critères de qualité d'un outil d'évaluation

3.1. Etude de la fiabilité

La fiabilité est le degré de confiance que l'on peut accorder aux résultats observés : seront-ils identiques si l'information est recueillie à un autre moment ou par une autre personne ? Elle nous renseigne sur le degré de relation qui existe entre la note obtenue et la note vraie (18). Une trop grande variabilité entre des mesures prises à des instants différents ou par des évaluateurs différents correspond à un manque de fiabilité de l'outil. L'estimation de la fiabilité peut se faire par plusieurs méthodes (5,7,18,32,43,49) :

- Stabilité : C'est la fidélité test/retest : elle consiste à refaire exactement la même mesure à des moments différents, et à comparer les résultats obtenus. C'est la fiabilité temporelle, surtout utile pour les phénomènes stables. En effet, si l'évolution du sujet d'étude est rapide, cette source de changement va artificiellement dégrader les coefficients de fidélité test-retest. Cette méthode n'est pas adaptée à l'étude de nos grilles d'évaluation, car le sujet a l'expérience de sa première tentative, ce qui risquerait d'augmenter artificiellement les scores obtenus lors de la seconde tentative.

- Fidélité inter-observateurs : plusieurs évaluateurs cotent la même séquence (qui peut être enregistrée par vidéo), puis on compare les notes obtenues. L'étude de fidélité peut porter sur le score global et/ou sur chaque item de l'échelle. On utilise le coefficient kappa de Cohen pour étudier la concordance sur une variable binaire ou qualitative, et d'autres coefficients non-paramétriques pour les variables ordinales. Pour les variables quantitatives, on peut utiliser le coefficient de corrélation intra classe (ICC). La plupart des études étudiant la fiabilité des grilles citées ci-après utilise la fidélité inter-observateur (FIO).

- Consistance interne (ou homogénéité) : elle se mesure globalement par le niveau moyen des corrélations entre items (si une échelle est formée d'items étroitement liés, son indice de cohérence interne, coefficient alpha de Cronbach, est plus élevé que si elle se compose de questions disparates ou si elle sollicite des réponses disjointes).

3.2. Etude de la validité

La validité est le degré d'adéquation entre ce que l'on déclare faire (évaluer telle ou telle dimension) et ce que l'on fait réellement, entre ce que l'outil mesure et ce qu'il prétend mesurer (46). Plusieurs types de validité peuvent être analysés (5,7,43,54) :

- Validité de contenu (ou pertinence) : on s'intéresse à la pertinence du contenu d'un test (nos différents items) par rapport au construit mesuré (la performance de réalisation du geste technique), et aux qualités techniques dudit test (format des items, compréhension et facilité de notation) (49). Pour être pertinente, une grille d'évaluation des gestes d'urgence doit comporter des items simples présentant un réel impact sur le geste technique, c'est-à-dire entraîner un risque d'échec du geste, ou des complications potentielles en cas de non réalisation. La pertinence est assurée par des précautions adéquates de construction de la grille: être créé par des experts du domaine concerné, se baser sur les recommandations en cours, être relu par un panel d'experts émettant son avis sur chacun des items sélectionné (à

l'aide par exemple d'une méthode Delphi : consensus obtenu par un processus de recueil et d'organisation d'opinions d'experts).

- Validité de construit :

- Validité de structure : elle explore la structure des relations entre items cela est nécessaire pour les outils comportant plusieurs sous-dimensions. Elle comprend également la validité convergente (corrélation d'un item avec l'outil auquel il appartient) et de son envers, la validité discriminante (absence de corrélation d'un item avec un outil auquel il n'appartient pas).

- Test d'hypothèses : il correspond à la corrélation entre les résultats obtenus avec l'outil étudié et une variable d'un critère extérieur qui n'a pas été utilisé pour construire l'outil (comparaison de la grille d'évaluation à une échelle existante ou à des groupes de niveau par exemple). C'est celle le plus souvent utilisé pour valider des grilles d'évaluation aux gestes d'urgence par simulation.

- Validité trans-culturelle : elle permet l'utilisation d'un outil à grande échelle dans les essais cliniques internationaux. Elle ne consiste pas en une traduction littérale de l'outil mais prend en compte les différences culturelles et linguistiques.

- Validité de critère : elle est liée à la valeur pronostique des mesures, le degré de corrélation entre le score obtenu avec l'outil de mesure et le concept qu'il est censé mesurer. La mesure sera considérée comme valide si la mesure d'une caractéristique permet de connaître avec une faible marge d'erreur une mesure considérée comme référence.

La fiabilité et la validité sont des variables indépendantes mais toutes deux nécessaires à la construction d'un outil d'évaluation de qualité.

4. Description des grilles existantes concernant les quatre gestes étudiés

De manière non exhaustive, nous reprenons ici plusieurs articles concernant l'étude de grilles d'évaluation des gestes d'urgence, qui nous ont paru en lien avec les nôtres. Cela nous permet d'avoir un aperçu des outils déjà disponibles, et des méthodes utilisées pour leur validation. Une description plus complète de ces articles est effectuée en annexe dans quatre tableaux selon le geste étudié (*Annexes 1, 2, 3 et 4 : « tableaux de comparaisons des grilles »*). Nous aborderons en discussion les points d'intérêts et critiques de ces grilles ou de la méthode qui a conduit à leur validation.

4.1. Grilles concernant la pose d'un cathéter intra-osseux

Concernant la pose d'un cathéter intra-osseux, deux articles concernent l'étude d'une grille d'évaluation.

L'article d'Oriot et al. publié en 2012 dans *Simulation in Healthcare* (58) étudie la validité et de la fiabilité d'une grille d'évaluation de la pose d'un cathéter intra-osseux sur un mannequin pédiatrique de 6 mois. Cette étude compare les scores de deux groupes de niveau: scores de 40 externes et internes comparés à ceux de 31 urgentistes (par la méthode de Student). La fiabilité de la grille est évaluée grâce au calcul du taux de reproductibilité du score donné par deux observateurs, sur les 40 scores des externes et internes (par le coefficient de corrélation intraclass, ou ICC). D'autres paramètres ont été analysés dans cet article : les temps de pose des deux groupes de niveau, et la corrélation scores/succès.

L'article de Quan paru dans la revue *Pediatrics* en 2001 (64) a plusieurs objectifs d'étude, dont un des objectifs secondaires est d'étudier la fiabilité de quatre grilles de quatre gestes d'urgence chez l'enfant: Ventilation, Intubation, Pose d'un cathéter intra-osseux et

Défibrillation. La méthode utilise la fiabilité inter-observateur (FIO) en comparant les scores obtenus par quatre internes selon quatre évaluateurs (calcul du coefficient de kappa de Cohen pour les variables catégorielles et calcul de l'ICC pour les variables continues). La validité de la grille n'est pas évaluée. Dans cet article, la grille sur la pose du cathéter intra-osseux ne comporte seulement quatre items : cathéter stable dans l'os, asepsie cutanée, retrait du stylet présent dans le cathéter, et le temps de pose.

4.2. Grilles concernant la ventilation au masque et/ou l'intubation

Plusieurs articles concernent l'étude de grilles sur la gestion des voies aériennes, la ventilation et l'intubation trachéale en pédiatrie.

L'article de Quan paru dans la revue *Pediatrics* en 2001 (64) a été décrit plus haut (paragraphe 4.1.). Deux de ses quatre grilles correspondent à l'évaluation de la ventilation à l'insufflateur manuel et de l'intubation chez l'enfant. La validité de ces grilles n'est pas étudiée, seule la fiabilité inter-observateur est évaluée.

L'article de Brett-Fleeger paru dans *Pediatrics* en 2008 (16) étudie la validité d'une grille évaluant les performances en réanimation cardio-respiratoire des internes de pédiatrie. La construction de la grille fait appel à un panel d'experts et à la méthode Delphi, la validation est étudiée par l'analyse des scores en fonction du niveau d'expérience de groupes d'individus : 25 sujets correspondant à 5 groupes de niveau (par la méthode de Kruskal Wallis). La fiabilité inter-observateur a également été analysée en comparant les scores des 25 sujets donnés par deux évaluateurs après visionnage vidéo des performances (par le calcul du coefficient kappa de Cohen). Dans cette grille, la performance du sujet est évaluée face à trois scénarios différents, et des items concernant la gestion d'une équipe sont compris dans la grille. Il n'est donc pas évalué le seul geste technique.

L'article écrit par Reid et al. paru dans *Resuscitation* en 2012 (65) étudie une grille évaluant les performances d'une équipe (aspects techniques et non techniques) lors d'une réanimation pédiatrique. La fiabilité inter-observateur a été étudiée en comparant les scores donnés par 6 observateurs lors du visionnage des vidéos des performances de quatre équipes (par le calcul du coefficient de corrélation intraclass). La validité a été étudiée en comparant les scores obtenus par des groupes de niveau : deux équipes d'internes et deux équipes d'experts (grâce à une analyse de variance).

L'article de Van Der Heide paru dans *Resuscitation* en 2006 (38) concerne un outil d'évaluation des compétences en réanimation néonatale. La fiabilité est analysée en comparant les scores obtenus par 14 internes avec la grille, donnés par 3 évaluateurs visionnant les vidéos des performances, dont un deux fois à au moins deux semaines d'intervalle (calcul de l'ICC). La validité de la grille est étudiée par la comparaison des scores obtenue par les 14 internes avant le premier essai et après un feedback sur leur premier essai : l'étude ne retrouve pas de différence significative entre les deux moyennes.

L'article de House (40) est paru dans *Journal of Graduate Medical Education* en 2012. Un des objectifs de l'étude est de développer un outil d'évaluation des compétences d'intubation en induction à séquence rapide chez l'enfant. Il compare les scores obtenus par 46 internes répartis en 2 groupes de niveau (1ère et 3ème année), et une analyse de la fiabilité inter et intra-observateur (méthode statistique : Krippendorff A) est effectuée après la notation par 2 observateurs (1 en direct, 1 par video), mais deux fois (4-6mois d'intervalle). Cette grille n'évalue pas seulement la partie technique du geste, mais aussi la préparation, la prémédication, la prise en charge des complications.

Un article écrit par Lockyer (47) paru en 2006 dans *Pédiatries* étudie un outil d'évaluation comportant 20 items (noté de 0 à 2) concernant la prise en charge en salle de naissance, la ventilation au masque, l'intubation et le massage cardiaque du nouveau-né. 468

étudiants et 148 évaluateurs ont participé à l'étude. La consistance interne a été évaluée (par le coefficient alpha de Cronbach). La validité a été étudiée par la comparaison du score obtenu avec un QCM et avec une auto-évaluation notée de 1 à 5 (coefficient de Pearson).

4.3. Grilles concernant le massage cardiaque

L'article de Brennan paru en 1996 dans *Resuscitation* (14) évalue une grille concernant la réanimation cardio-pulmonaire de l'adulte. La grille comporte 14 items de notation binaire. La fiabilité de la grille est étudiée à partir de la comparaison des scores donnés par deux évaluateurs (l'un en live, l'autre par enregistrement vidéo) pour 171 sujets, juste après entraînement (par le calcul de le coefficient de corrélation de Pearson). La cohérence interne est évaluée à l'aide du coefficient alpha de Cronbach. La validité est étudiée par la comparaison entre le score obtenu avec la grille et une auto-évaluation par score subjectif de 1 à 5 (par corrélation de Spearman). La grille étudiée n'évalue pas le massage cardiaque chez l'enfant.

L'article de Donnelly (30) paru en 1998 dans *Resuscitation* évalue une grille concernant la réanimation cardio-pulmonaire de l'adulte. Elle étudie la fiabilité de la grille à partir de la comparaison des scores de 42 sujets donnés par trois évaluateurs après lecture vidéo de la performance (calcul de la fiabilité inter-observateurs par calcul du kappa) ainsi que la validité de la grille par comparaison des scores de sujets venant de bénéficier d'un entraînement, et de sujets ayant bénéficié du même entraînement dans les 6-18 mois précédents (calcul du Chi²). Les 10 items sont cotés 1 à 8 selon les items. La grille est conçue pour évaluer le massage cardiaque d'un adulte. Son utilisation nécessite des mannequins capables de donner le volume d'air insufflé ou encore la profondeur de compression du thorax en mm.

L'article de Van der Heide (38) paru dans *Resuscitation* en 2006 cité plus haut comporte dans sa grille quelques items concernant le massage cardiaque en néonatalogie.

La grille décrite dans l'article de Lockyer (47) paru en 2006 dans *Pédiatrics* décrit plus haut comporte 3 items concernant le massage cardiaque du nouveau-né.

5. Nécessité de nouvelles grilles

Nous avons choisi de présenter ci-dessus les grilles existantes dans la littérature qui nous ont paru les plus pertinentes dans le domaine des gestes techniques d'urgence. Cependant, après les avoir étudiées, on s'aperçoit du manque d'outil validé en pédiatrie. En effet, la plupart de ces grilles concernent les adultes (14,30) ou la réanimation néonatale spécifiquement (38,47), ou encore ne concernent pas le geste technique en lui-même, mais dans le cadre d'une prise en charge globale d'une situation complexe (16,38,65) ; d'autres encore s'attachent à l'étude de la fiabilité sans mentionner la validité de leur outil (64). L'étude de la validité de certaines grilles fait appel à la comparaison de groupes de niveau peu discriminants (58).

C'est à une petite échelle que nous avons tenté de participer à l'évaluation de la simulation en santé, en créant des outils d'évaluation de l'aspect technique de quatre gestes d'urgence chez l'enfant.

Nous avons choisi d'étudier la fiabilité et la validité de quatre grilles évaluant chez l'enfant la pose d'un cathéter intra-osseux, la ventilation à l'insufflateur manuel, l'intubation trachéale, et le massage cardiaque externe.

Dans une première partie, je présenterai les matériels et méthodes utilisés pour notre étude, puis nous décrirons les résultats obtenus pour chacune des quatre grilles avant de discuter de leurs pertinences et de les comparer avec les quelques grilles existantes.

CHAPITRE II - MATERIELS ET METHODES

1. Description des gestes

Nos quatre grilles ont été conçues pour évaluer la qualité du geste technique : la préparation du matériel, le geste en lui-même et la vérification de l'efficacité du geste. En revanche, l'indication du geste, les traitements médicamenteux éventuels, la gestion de l'équipe, les complications pouvant survenir n'ont pas été pris en compte dans nos grilles et ne sont donc pas décrits.

Les gestes techniques concernant la pose d'un cathéter intra-osseux, la ventilation au masque, l'intubation trachéale et le massage cardiaque externe de l'enfant sont décrits en annexes (*annexe 5, 6, 7 et 8*).

2. Création des quatre grilles

2.1. Sélection initiale des items de chaque grille : pertinence

Chaque item retenu au départ pour constituer les grilles devait respecter les critères suivants :

- avoir un réel impact sur le geste technique, c'est-à-dire entraîner un risque d'échec du geste ou des complications potentielles en cas de non réalisation ;
- être simple, clair et le plus objectif possible ; ne pas prêter à interprétation,
- pouvoir être évalué par un évaluateur debout à côté du sujet sans le gêner dans ses activités ;
- pouvoir être évalué par un seul observateur.

Différentes recommandations nationales et internationales (ILCOR/ERC 2010, recommandations du RANP, recommandations de la SFAR, recommandations des fabricants de système mécanique d'infusion intra-osseuse (EZ-IO de Vidacare), recommandations pour placement du trocart manuel (aiguille pour perfusion intra-osseuse de Cook)...) (9,73,76,91) ont servi de base à la création de nos quatre grilles.

Les grilles ont été nommées RESCAPE (Resuscitation and Emergency Simulation Checklist for Assessment in Pediatrics) -IO pour la grille d'évaluation de la pose du cathéter intra-osseux, RESCAPE-BMV pour la grille concernant la ventilation au masque et au ballon, RESCAPE-IT pour la grille concernant l'intubation trachéale, et RESCAPE-CM pour celle sur le massage cardiaque. Pour chaque grille, plusieurs domaines ont été évalués.

Pour la grille RESCAPE-IO (*annexe 9*) :

- Préparation du matériel
- Asepsie
- Technique du geste
- Vérification du bon positionnement et fixation du matériel

Pour la grille RESCAPE-BMV (*annexe 10*) :

- Prise en charge des voies aériennes supérieures
- Choix du matériel
- Positionnement du masque
- Technique de ventilation

Pour la grille RESCAPE-IT (*annexe 11*) :

- Préparation du matériel d'intubation
- Préparation à l'intubation
- Technique d'intubation oro et naso-trachéale
- Vérification du bon positionnement et fixation de la sonde d'intubation

Pour la grille RESCAPE-CM (*Annexe 12*) :

- Principes généraux
- Massage cardiaque de l'enfant
- Massage cardiaque du nourrisson

Environ une vingtaine d'items ont été sélectionnés pour chacune des quatre grilles (19 pour RESCAPE-IO, 20 pour RESCAPE-BMV et RESCAPE-IT, et 21 pour RESCAPE-CM).

Les grilles ainsi construites étaient courtes, l'évaluation devant être réalisée dans le délai nécessaire à la réalisation du geste, soit moins d'une dizaine de minutes par grille.

2.2. Cotation des items

Nous avons choisi d'effectuer une cotation binaire de chaque item : 0 si item non ou mal effectué, 1 si correctement effectué. Cette cotation a été choisie pour limiter la subjectivité que peut entraîner une cotation avec une échelle plus complexe.

Si la grille évalue deux méthodes pour le geste (par exemple méthode manuelle et méthode mécanique pour la pose du cathéter intra-osseux ; ou technique à deux doigts et technique à deux pouces pour le massage cardiaque du nourrisson), les items généraux doivent être considérés comme correctement effectués si ils l'ont été lors de la réalisation des deux méthodes.

2.3. Méthode Delphi modifiée

Un panel de 13 experts, médecin pédiatre réanimateur ou médecin anesthésiste pédiatrique, a été sollicité via e-mail en juin 2013. Parmi les experts sollicités, tous ont effectivement participé au travail. Les 13 experts appartenaient à deux CHU différents : celui de Nancy et celui de Nice.

Une méthode Delphi modifiée a été utilisée : l'opinion de chaque expert a été recueillie au moyen d'une échelle numérique de 1 à 9. L'item était retenu en cas de degré d'accord élevé c'est-à-dire si le score médian était supérieur ou égal à 7 et plus de 80% des participants donnait une note supérieure ou égale à 7.

Des modifications de la grille ont ensuite été apportées en fonction des notes attribuées à chaque item et des commentaires libres des experts. Tous les items initialement rédigés ont été retenus par cette méthode, mais quelques modifications de formulation ont été apportées.

3. Méthode

**Pour étudier la fiabilité de la grille,
nous avons effectué une comparaison des scores donnés par deux évaluateurs,
l'un « en direct », l'autre par retransmission vidéo, pour une même performance.**

**Pour étudier la validité de ces grilles,
nous avons admis que plus un sujet était entraîné à réaliser un geste, plus il était compétent.
Nous avons comparé les scores obtenus par différents groupes de niveau.**

3.1. Population

Cette étude a été menée au sein des hôpitaux pédiatriques de Nice CHU-Lenval en septembre 2013 et en août 2014.

Les 30 sujets ont été sollicités pour participer à l'étude par e-mail ; tous les sujets sollicités ont accepté de participer.

Quatre sous-groupes ont été initialement formés : 6 **externes**, 6 **internes** de pédiatrie, 6 médecins **seniors** pédiatres non experts et 6 médecins pédiatres **experts** réanimateurs ou anesthésistes (ne faisant pas partie du groupe de 13 experts participant à la méthode Delphi utilisée pour la création de la grille), tous exerçant au CHU de Nice. Nous avons secondairement ajouté un cinquième groupe de niveau à notre étude : 6 **étudiants** en 2^{ème} année de médecine (nommé dans la suite du travail « étudiants », pour simplification).

Chaque participant a rempli un questionnaire (*annexe 13*) concernant ses caractéristiques socio-démographiques, sa position dans le cursus médical, et son expérience technique concernant les gestes : nombre et type de formation, nombre de réalisation du geste effectuée chez l'enfant (hors néonatalogie).

Les sujets étaient informés de l'objectif de l'étude. Il a bien été précisé à chaque sujet que notre évaluation ne portait pas sur les personnes mais bien sur la grille elle-même. Les participants n'ont pas eu accès aux résultats, que ce soit les leurs ou ceux de leurs confrères.

3.2. Principes d'évaluation

Les étudiants en médecine et médecins, répartis en cinq groupes de niveau, ont effectué successivement les quatre gestes techniques d'urgence chez l'enfant sur mannequin de simulation pédiatrique basse-fidélité. Aucun prérequis n'était nécessaire, aucun cours spécifique n'a été mis en place en amont de la mise en situation.

3.2.1. Matériel disponible et consignes

Durant la mise en situation, ils avaient à disposition le matériel habituel présent dans un chariot d'urgence pédiatrique. Il leur était donné des consignes simples sur le geste à réaliser. Aucune autre consigne n'était transmise au sujet.

a) Pose du cathéter intra-osseux :

Consigne : « Vous devez mettre en place un cathéter intra osseux de façon manuelle et avec l'EZ driver sur une jambe d'un mannequin nourrisson de 6 mois en choc hypovolémique inconscient. »

Matériel spécifique à disposition : un EZ driver avec matériel adapté et aiguilles roses et bleues ; 2 trocarts manuels Cook : 14 et 16 gauges ; le matériel pour asepsie cutanée et fixation (compresses/ désinfectant/ champs stériles/ sparadrah) ; des gants et blouse stériles et non stériles, des masques, des charlottes ; du sérum physiologique, des tubulures et raccords, des seringues de toutes tailles.

Mannequins utilisés : Jambe de nourrisson pour perfusion intra-osseuse de Laerdal.



a) Ventilation au masque et à l'insufflateur manuel :

Consigne : « Vous devez effectuer la prise en charge des voies aériennes : libération des voies aériennes avec 2 techniques et mise en place d'une canule oro-pharyngée, puis la ventilation à l'insufflateur manuel chez ce mannequin représentant un enfant de 8 ans inconscient en arrêt respiratoire, et chez ce nourrisson de 3 mois. »

Matériel disponible : toutes les tailles d'insufflateur manuel, de masque et de canule de Guédel ; une bouteille d'O₂ (non branchée à l'insufflateur manuel); plusieurs tailles de sondes d'aspiration, un système d'aspiration.

Mannequins utilisés: Resusci® Baby First Aid et Resusci® Junior Basic de Laerdal



b) Intubation trachéale:

Consignes : « Vous devez préparer le matériel et intuber un mannequin nouveau-né en naso-trachéal puis ce mannequin nourrisson d'environ 3 mois en oro-trachéale, en détresse respiratoire hypoxique. La pré-oxygénation et la sédation ne sont pas évaluées. Vous êtes accompagné(e) d'un infirmier à qui vous pouvez demander de l'aide dans certaines tâches. »

Matériel disponible : un insufflateur manuel avec masque adapté à l'enfant, une source d'oxygène, des laryngoscopes, lames, sondes d'intubation, et pinces de Magill de toutes les tailles, un stéthoscope, un système d'aspiration et des sondes d'aspiration de toutes les

tailles, un matériel de fixation (adhésif). Une personne jouant le rôle d'infirmier était également présente.

Mannequins utilisés : Tête d'intubation nourrisson de Laerdal.



c) Massage cardiaque externe:

Consigne : « Vous devez effectuer un massage cardiaque pendant 2 minutes sur un mannequin nourrisson d'environ 3 mois et un mannequin pédiatrique d'environ 8 ans en arrêt cardio-respiratoire. Les 2 mannequins se trouvent dans un lit d'hôpital. Vous avez une infirmière à vos côtés. Seul le geste du massage cardiaque est évalué (la prise de pouls, la technique de ventilation, l'algorithme de l'arrêt cardio-respiratoire ne seront pas évalués).»

Matériel à disposition : un insufflateur manuel avec masque adapté à l'enfant, une planche de massage, une personne jouant le rôle d'infirmière peut aider.

Mannequins utilisés : Resusci® Baby First Aid et Resusci® Junior Basic de Laerdal

3.2.2. Réalisation du geste et évaluation

Les sujets étaient invités à décrire à haute voix le matériel choisi et les actions menées. Un évaluateur médecin présent dans la salle a noté « en direct » la performance du sujet grâce à la grille fournie pour chaque geste. Les passages ont été enregistrés à l'aide d'une caméra vidéo. Un deuxième évaluateur a noté les performances des sujets grâce au visionnage de la vidéo.

3.3. Méthodes statistiques

Pour l'analyse des données sociodémographiques, les données quantitatives (âge, nombre d'années de médecine) sont exprimées en médianes et quantiles. La comparaison des médianes est évaluée à l'aide du test de Wilcoxon et du test de Kruskal Wallis après avoir vérifié l'absence de normalité à l'aide du test Shapiro-wilk.

Le niveau d'expérience pour chaque geste est exprimé à l'aide de variables binaires, et la significativité de la différence entre les groupes a été recherchée par le test du Khi2, ou par le test exact de Fisher lorsque les effectifs étaient inférieurs à 5.

La fiabilité de notre grille a été étudiée par l'étude de la fiabilité inter-observateurs : nous avons comparé les scores obtenus pour une même performance donnés par deux évaluateurs, l'un en live, l'autre en vidéo, à l'aide du coefficient kappa de Cohen pour les items de chacune des grilles et du coefficient de corrélation de Pearson selon la méthode Bland et Altman pour les scores.

L'étude de la validité de notre grille a consisté à comparer les scores obtenus par des groupes de niveau différents, rapportés sur 20. Les données quantitatives (scores pour chaque groupe) sont exprimées en médianes et quantiles. Nous avons recherché une différence significative entre la médiane des scores des différents groupes pour chaque geste à l'aide du test de Kruskal Wallis après avoir vérifié l'absence de normalité à l'aide du test Shapiro-wilk, puis vérifié la tendance à l'accroissement avec l'expérience par le calcul du coefficient de Spearman.

Le seuil de significativité p est fixé à 0,05.

Les analyses statistiques sont réalisées à l'aide du logiciel SASv9.0.

CHAPITRE III – RESULTATS

1. Caractéristiques de la population

1.1. Caractéristiques sociodémographiques des participants

Les caractéristiques des sujets (âge, sexe, nombre d'année en poste) sont présentées ci-dessous dans le tableau 1. On note une augmentation significative ($p < 0.001$) de l'âge des sujets et de leur nombre d'années de médecine en fonction de leur niveau d'expertise.

Il n'existe pas de différence significative entre la répartition hommes femmes entre les groupes formés.

	6 Etudiants	6 Externes	6 Internes	6 Séniors	6 Experts	p
Sexe	3F/3H	3F/3H	6F	4F/2H	2F/4H	0,198
Age médian (Q1;Q3)	19 (19;19)	24 (23;24)	28,5 (28;29)	40 (37;48)	42 (35;52)	<0,0001
Années de médecine (médiane, Q1;Q3)	1 (1;1)	5 (5;5)	10 (9;10)	19 (17;23)	24,5 (16;35)	<0,0001

Tableau 1 : Caractéristiques sociodémographiques des sujets.

1.2. Niveau d'expérience pour chaque geste

Le questionnaire rempli par chaque sujet a été créé pour évaluer la formation et la pratique de chaque geste en pédiatrie ; l'expérience de ces gestes en néonatalogie n'a pas été prise en compte.

1.2.1. Pose d'un cathéter intra-osseux

La formation théorique à la pose d'un cathéter intra-osseux concerne 2/6 externes, 3/6 internes, 4/6 seniors et 5/6 experts, tandis que les étudiants n'ont jamais bénéficié d'une telle formation : on observe donc une formation plus importante pour les groupes de niveau plus élevé. On remarque que les délais de dernière formation ne sont pas significativement plus courts dans les groupes de niveau les plus élevés.

5 experts sur 6 déclarent avoir déjà vu et déjà effectué la pose d'un cathéter intra-osseux, ce n'est le cas pour aucun membre des groupes étudiants, externes et internes. Les seniors quant à eux ont une expérience variée pour ce geste.

		6 Etudiants	6 Externes	6 Internes	6 Séniors	6 Experts	p
Formation théorique		0/6	2/6	3/6	4/6	5/6	< 0,001
Formation par simulation		0/6	0/6	3/6	2/6	4/6	< 0,001
Dernière formation : délai médian en année (Q1;Q3)		NA	3 (3;3)	1 (0;1)	7,5 (3;12)	1 (1;3)	
Dernière formation : délai moyen en année ± ET		NA	3 ± 0	0,7 ± 0,6	7,5 ± 6,2	4 ± 6,2	0,364
Combien de fois l'avez-vous vu?	jamais	6/6	6/6	4/6	2/6	1/6	< 0,001
	1 à 2	0	0	2/6	4/6	1/6	
	3 à 4	0	0	0	0	1/6	
	≥5	0	0	0	0	3/6	
Combien de fois l'avez-vous fait ?	jamais	6/6	6/6	6/6	1/6	1/6	< 0,001
	1 à 2	0	0	0	3/6	1/6	
	3 à 4	0	0	0	1/6	0	
	≥5	0	0	0	1/6	4/6	

Tableau 2 : Formation et expérience de la pose d'un cathéter intra-osseux pour les cinq groupes de niveau. (NA =non appropriée)

1.2.2. Ventilation au masque et à l'insufflateur manuel

Les étudiants n'ont bénéficié d'aucune formation, et n'ont aucune expérience de ventilation au masque dans le réel, tandis que tous les experts déclarent avoir déjà bénéficié d'une formation à la ventilation au masque, et avoir vu et effectué le geste. La moitié des externes ont reçu une formation, mais aucun n'a assisté au geste ou effectué ce geste dans le réel. Les internes ont tous été récemment formés à ce geste, mais seulement 3 d'entre eux l'ont déjà effectué. La formation des séniors est moins importante que celle des internes, mais leur expérience réelle du geste est plus importante.

		6 Etudiants	6 Externes	6 Internes	6 Séniors	6 Experts	p
Formation théorique		0/6	3/6	6/6	3/6	6/6	<0,001
Formation par simulation		0/6	3/6	6/6	1/6	5/6	<0,001
Dernière formation : délai médian en année (Q1;Q3)		NA	3 (3;3)	0,5 (0;1)	11 (0;13)	2 (1;8)	
Dernière formation : délai moyen en année ± ET		NA	3 ± 0	0,5 ± 0,5	8 ± 7	4,7 ± 5,8	0,13
Combien de fois l'avez-vous vu ?	jamais	6/6	6/6	3/6	0	0	<0,001
	1 à 5	0	0	2/6	3/6	0	
	6 à 50	0	0	0	3/6	0	
	≥50	0	0	1/6	0	6/6	
Combien de fois l'avez-vous fait ?	jamais	6/6	6/6	3/6	0	0	<0,001
	1 à 5	0	0	3/6	1/6	0	
	6 à 50	0	0	0	3/6	1/5	
	≥50	0	0	0	2/6	5/6	

Tableau 3 : Formation et expérience de la ventilation au masque pour les cinq groupes de niveau. (NA =non appropriée)

1.2.3. Intubation trachéale

Concernant l'intubation trachéale, la formation théorique est significativement différente entre les groupes ($p < 0,001$) avec une augmentation du nombre de sujets ayant bénéficié d'une formation dans les groupes de niveau plus élevé.

On observe également avec l'élévation du niveau d'expertise du groupe, une augmentation du nombre de sujets ayant assisté ou ayant effectué une intubation trachéale ($p < 0,001$).

		6 Etudiants	6 Externes	6 Internes	6 Séniors	6 Experts	p
Formation théorique		0/6	0/6	4/6	4/6	6/6	< 0,001
Formation par simulation		0/6	0/6	3/6	3/6	5/6	0,006
Dernière formation : délai médian en année (Q1;Q3)		NA	NA	0,5 (0;1)	12 (5,5;14,5)	2 (1;8)	
Dernière formation : délai moyen en année \pm ET		NA	NA	0,5 \pm 0,6	10 \pm 7	4,7 \pm 5,8	0,168
Combien de fois l'avez-vous vu?	jamais	6/6	6/6	4/6	0	0	< 0,001
	1 à 5	0	0	2/6	2/6	0	
	6 à 50	0	0	0	4/6	1/6	
	\geq 50	0	0	0	0	5/6	
Combien de fois l'avez-vous fait ?	jamais	6/6	6/6	6/6	1/6	0	< 0,001
	1 à 5	0	0	0/6	1/6	0	
	6 à 50	0	0	0	3/6	1/6	
	\geq 50	0	0	0	1/6	5/6	

Tableau 4 : Formation et expérience de la ventilation au masque pour les cinq groupes de niveau.

1.2.4. Massage cardiaque

Concernant le massage cardiaque, on peut noter que tous les sujets des groupes externes, internes, seniors et experts ont déjà bénéficié d'une formation théorique, et que contrairement aux autres gestes, 3 des 6 étudiants ont également bénéficié d'une formation. Pour ce geste, les formations, théoriques et par simulation, ne sont pas plus nombreuses dans les groupes de niveau plus élevé. De plus, pour les sujets ayant bénéficié d'une formation, on note que les délais médians par rapport à la dernière formation sont courts pour les étudiants (1 an), les externes (3 ans) et les internes (0,5 an) ; ils sont respectivement de 18 et 2 ans pour les seniors et les experts.

L'expérience du geste dans le réel est nulle pour les étudiants et les externes ; la moitié des seniors et 4 experts sur 6 ont effectué ce geste plus de 5 fois.

		6 Etudiants	6 Externes	6 Internes	6 Séniors	6 Experts	p
Formation théorique		3/6	6/6	6/6	4/6	6/6	0,055
Formation par simulation		3/6	6/6	6/6	3/6	1/6	0,008
Dernière formation : délai médian en année (Q1;Q3)		1 (1;1)	3 (3;3)	0,5 (0;1)	18 (6,5;28)	2,0 (1;8)	
Dernière formation : délai moyen en année \pm ET		1 \pm 0	2,8 \pm 0,4	0,5 \pm 0,5	17,3 \pm 14,1	4,7 \pm 5,8	0,04
Combien de fois l'avez-vous vu?	jamais	6/6	6/6	3/6	0	1/6	< 0,001
	1 à 2	0	0	3/6	1/6	0	
	3 à 4	0	0	0	3/6	0	
	\geq 5	0	0	0	2/6	5/6	
Combien de fois l'avez-vous fait ?	jamais	6/6	6/6	5/6	1/6	0	< 0,001
	1 à 2	0	0	1/6	1/6	2/6	
	3 à 4	0	0	0	1/6	0	
	\geq 5	0	0	0	3/6	4/6	

Tableau 5 : Formation et expérience du massage cardiaque pour les cinq groupes de niveau.

1.3. Sentiment de performance pré-test

Le tableau suivant (tableau 6) nous donne un aperçu du sentiment de performance des différents groupes grâce à une auto-évaluation sur 10 de la maîtrise du geste, donnée lors du remplissage du questionnaire. On remarque que la médiane des scores de sentiment de maîtrise personnelle pour chaque geste augmente avec le niveau d'expérience du groupe de manière significative, excepté pour le groupe « externes » qui déclare pour la ventilation au masque et pour le massage cardiaque mieux maîtriser le geste que ne le déclarent les internes.

	6 Etudiants	6 Externes	6 Internes	6 Séniors	6 Experts	p
Pose Cathéter intra-os						
Connaissez-vous ce geste ?	0/6	4/6	3/6	6/6	6/6	p<0,001
Maîtrisez-vous ce geste ? Cotez vous de 0 à 10. (Mediane Q1 Q3)	0 (0;0)	0,5 (0;1)	4 (2;5)	4,5 (3;6)	8 (7;9)	p<0,001
Ventilation au masque						
Connaissez-vous ce geste ?	0/6	5/6	6/6	6/6	6/6	p<0,001
Maîtrisez-vous ce geste ? Cotez vous de 0 à 10. (Mediane Q1 Q3)	0 (0;0)	6 (4;7)	5,5 (4;7)	7 (6;8)	9,5 (9;10)	p<0,001
Intubation trachéale						
Connaissez-vous ce geste ?	5/6	5/6	6/6	6/6	6/6	p<0,001
Maîtrisez-vous ce geste ? Cotez vous de 0 à 10. (Mediane Q1 Q3)	0 (0;0)	0,5 (0;2)	1,5 (1;4)	6 (5;7)	0,5 (9;10)	p<0,001
Massage cardiaque						
Connaissez-vous ce geste ?	4/6	6/6	5/6	6/6	6/6	0,47
Maîtrisez-vous ce geste ? Cotez vous de 0 à 10. (Mediane Q1 Q3)	1,5 (1;2)	7 (5;8)	5,5 (5;6)	6 (5;7)	8,5 (8;10)	p<0,001

Tableau 6 : Sentiment de performance pré-test pour les quatre gestes pour les cinq groupes.

2. Etude de la fiabilité

La comparaison des deux cotations de chaque item données par deux examinateurs pour une même performance n'a pas pu, pour des raisons techniques, être faite sur l'ensemble des 30 performances pour chaque geste. Le degré d'accord entre les deux évaluateurs est donné sous forme du coefficient kappa de cohen (degré d'accord parfait si $\kappa=1$; degré d'accord presque parfait si $\kappa = 0.81-1$; degré d'accord fort si $\kappa=0.61-0.80$, degré d'accord modéré si $\kappa=0.41-0.60$; degré d'accord faible si $\kappa=0.21-0.40$; degré d'accord très faible si $\kappa=0.0-0.20$).

Pour la grille RESCAPE-IO, la comparaison des cotations de chaque item a été réalisée sur 25 performances. Le coefficient kappa de Cohen est égal à 1 (accord parfait) pour 13 des

items de la grille, entre à 0,8 et 1 (accord presque parfait) pour 2 items sur 19, entre 0,6 et 0,8 pour 3 items (accord fort) et seul un item obtient un kappa à 0,16 soit un accord très faible.

Pour la grille RESCAPE-BMV, la comparaison des cotations de chaque item a été réalisée sur 14 performances. Le coefficient kappa de Cohen est égal à 1 (accord parfait) pour 12 items sur 20. L'accord est presque parfait pour 4 items, fort pour 1 item, modéré pour 3 items.

Pour la grille RESCAPE-IT, la comparaison des deux cotations de chaque item a été réalisée sur 20 performances. L'accord entre les deux évaluateurs est parfait pour 13 items, presque parfait pour 6 items et fort pour 1 item.

Pour la grille RESCAPE-CM, 14 performances sur les 30 réalisées ont pu être notées par les deux évaluateurs. L'accord est parfait ou presque parfait pour 16 items, fort pour 4 items, et modéré pour 1 item.

Au total, pour les 4 grilles, l'accord retrouvé entre les deux évaluateurs est parfait ou presque parfait pour 82,5 % des items, fort pour 11,25%, modéré pour 5%, et seul un item sur 80 obtient un degré d'accord très faible.

	κ	IC95% inf	IC95% sup		κ	IC95 % inf	IC95 %sup		κ	IC95% inf	IC95% sup		κ	IC95% inf	IC95% sup
IO 1	1	1	1	BMV1	1	1	1	IT 1	1	1	1	HM 1	1	1	1
IO 2	1	1	1	BMV2	0,86	0,59	1	IT 2	1	1	1	HM 2	0,69	0,29	1
IO 3	1	1	1	BMV3	0,44	-0,2	1	IT 3	1	1	1	HM 3	1	1	1
IO 4	1	1	1	BMV4	0,44	-0,2	1	IT 4	0,91	0,74	1	HM 4	1	1	1
IO 5	1	1	1	BMV5	1	1	1	IT 5	1	1	1	HM 5	1	1	1
IO 6	1	1	1	BMV6	1	1	1	IT 6	0,91	0,74	1	HM 6	0,66	0,25	1
IO 7	0,73	0,45	1	BMV7	1	1	1	IT 7	0,81	0,55	1	HM 7	0,86	0,59	1
IO 8	1	1	1	BMV8	1	1	1	IT 8	0,91	0,72	1	HM 8	0,84	0,53	1
IO 9	1	1	1	BMV9	0,86	0,59	1	IT 9	0,9	0,71	1	HM 9	0,86	0,59	1
IO 10	1	1	1	BMV10	1	1	1	IT 10	1	1	1	HM 10	0,69	0,29	1
IO 11	0,16	-0,16	0,49	BMV11	1	1	1	IT 11	0,81	0,57	1	HM 11	0,69	0,29	1
IO 12	0,92	0,77	1	BMV12	1	1	1	IT 12	1	1	1	HM 12	0,47	0,1	0,84
IO 13	1	1	1	BMV13	1	1	1	IT 13	1	1	1	HM 13	0,81	0,46	1
IO 14	1	1	1	BMV14	0,86	0,59	1	IT 14	1	1	1	HM 14	1	1	1
IO 15	1	1	1	BMV15	1	1	1	IT 15	1	1	1	HM 15	0,84	0,53	1
IO 16	0,92	0,77	1	BMV16	0,73	0,32	1	IT 16	1	1	1	HM 16	0,84	0,53	1
IO 17	0,75	0,43	1	BMV17	1	1	1	IT 17	1	1	1	HM 17	1	1	1
IO 18	1	1	1	BMV18	0,86	0,59	1	IT 18	1	1	1	HM 18	1	1	1
IO 19	0,65	0,1	1	BMV19	1	1	1	IT 19	1	1	1	HM 19	1	1	1
				BMV20	0,57	0,15	1	IT 20	0,71	0,41	1	HM 20	1	1	1
												HM 21	1	1	1

Tableau 7: Coefficient kappa de Cohen représentant le degré d'accord entre les deux observateurs pour chaque item des quatre grilles

Nos résultats mettent en évidence une absence de corrélation (test de corrélation de Pearson) entre le score global obtenu pour la grille et la fiabilité inter-observateur (FIO) calculée pour chaque item : que le score obtenu soit bas ou élevé, la fiabilité de la grille est assurée.

	Pearson	p
RESCAPEIO	0,003	0,992
RESCAPE BMV	0,11	0,707
RESCAPEIT	0,168	0,406
RESCAPE HM	0,037	0,861

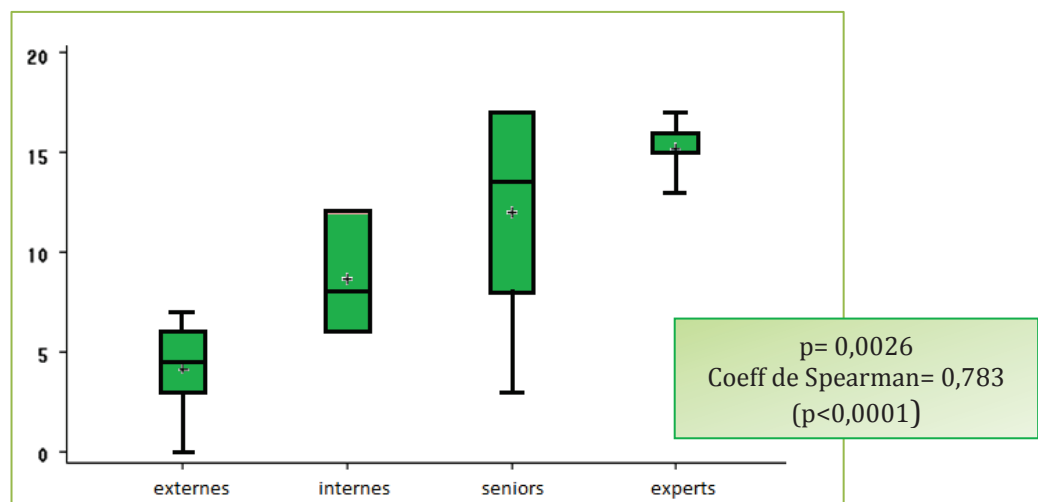
Tableau 8 : Coefficient de corrélation de Pearson pour chacune des quatre grille représentant la corrélation entre le score total obtenu pour la grille et la FIO des items

3. Scores obtenus par les différents groupes

Initialement, notre étude comportait 4 groupes de niveau : externes, internes, seniors et experts. Les résultats pour la grille massage cardiaque étant peu significatifs, nous avons choisi d'ajouter par la suite un cinquième groupe plus discriminant : 6 étudiants en deuxième année de médecine. Nous présenterons dans cette partie 3 les scores médians et leurs quantiles obtenus par les quatre groupes inclus initialement.

3.1. Grille RESCAPE-IO (Pose d'un Cathéter Intra-osseux)

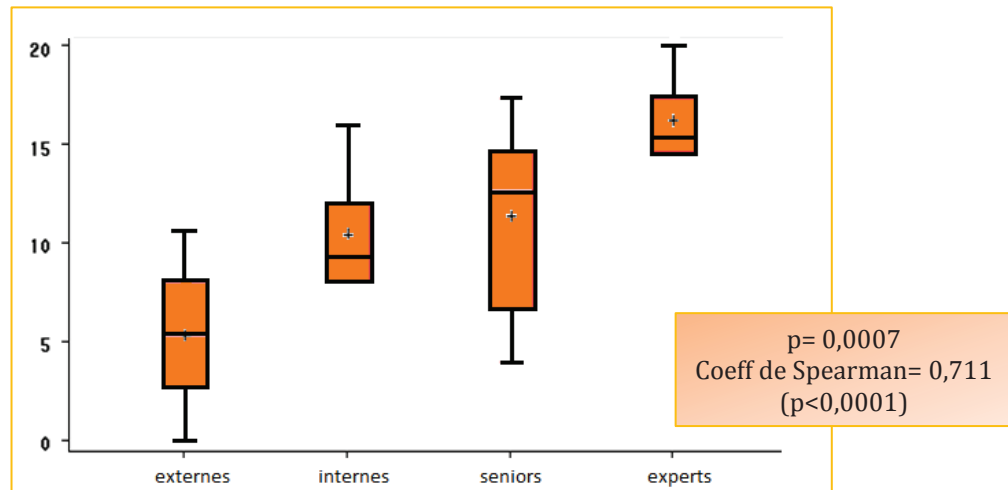
Pour la grille concernant la pose d'un cathéter intra-osseux, les scores (notés sur 19, rapportés sur 20 pour la représentation graphique) étaient significativement différents entre les quatre groupes ($p= 0,0026$) avec un accroissement de la médiane des scores en fonction de l'expérience du groupe ($p<0,0001$). Les médianes obtenues pour les quatre groupes avec leurs quantiles sont représentées dans le graphique 1.



Graphique 1 : Médianes et quantiles des scores obtenus grâce à la grille RESCAPE-IO en fonction du niveau d'expertise du groupe.

3.2. Grille RESCAPE-BMV (Ventilation à l'insufflateur manuel)

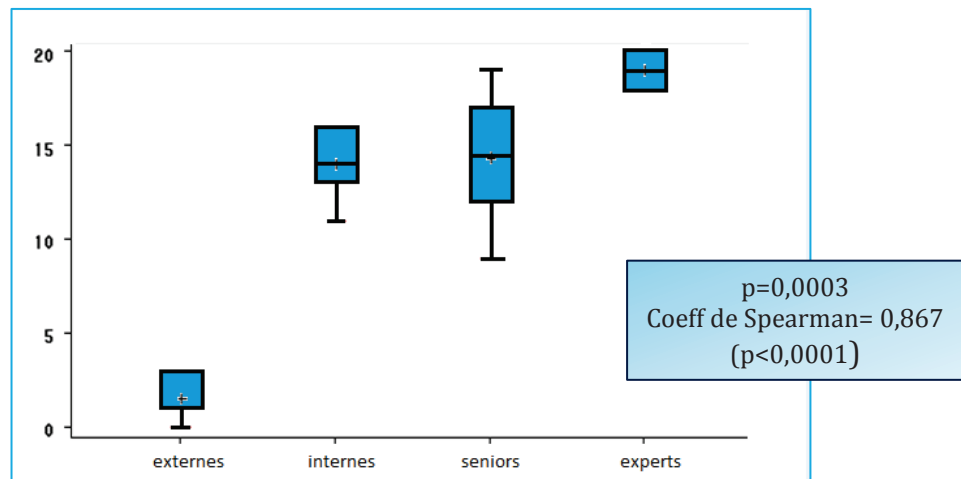
Pour la grille concernant la ventilation au masque, les scores notés sur 20 étaient significativement différents entre les quatre groupes ($p= 0,0007$), avec un accroissement du score en fonction du niveau d'expérience ($p<0,0001$). Les médianes et leurs quantiles sont représentés dans le graphique 2 pour les quatre groupes.



Graphique 2 : Médianes et quantiles des scores obtenus par la grille RESCAPE-BMV en fonction du niveau d'expertise du groupe.

3.3. Grille RESCAPE-IT (Intubation trachéale)

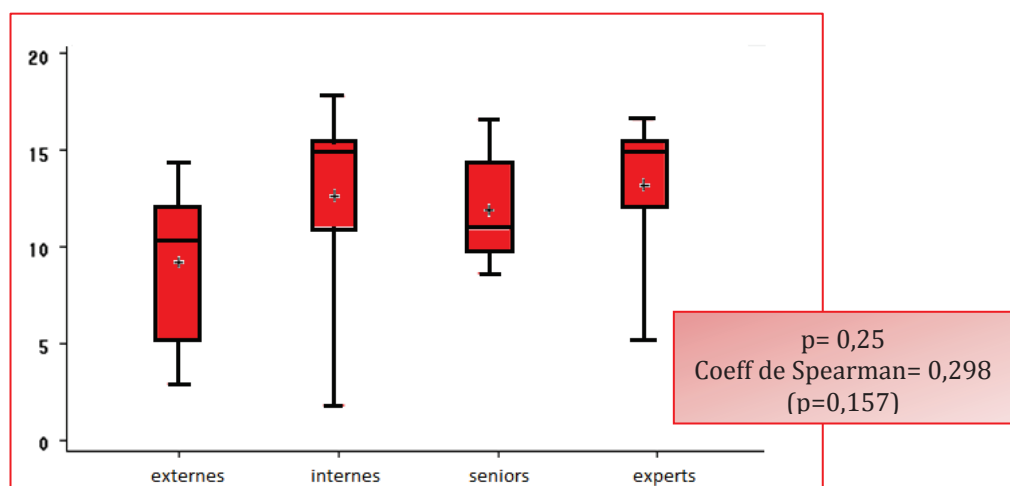
Pour la grille concernant l'intubation, les scores étaient significativement différents entre les quatre groupes ($p= 0,0003$) et augmentent avec l'expérience des sujets ($p<0,0001$). Les médianes obtenues pour chaque groupe et leurs quantiles sont représentées dans le graphique 3.



Graphique 3 : Médianes et quantiles des scores obtenus par la grille RESCAPE-IT en fonction du niveau d'expertise du groupe.

3.4. Grille RESCAPE-CM (Massage cardiaque externe)

Pour la grille concernant le massage cardiaque, les scores différaient de manière non significative entre les quatre groupes ($p=0,25$) et le coefficient de corrélation de Spearman est de 0.298 ($p=0.157$) c'est-à-dire qu'il n'existe pas de tendance à l'accroissement des scores avec l'expérience du groupe. Les médianes obtenues pour chaque groupe avec leurs quantiles sont représentées dans le graphique 4.



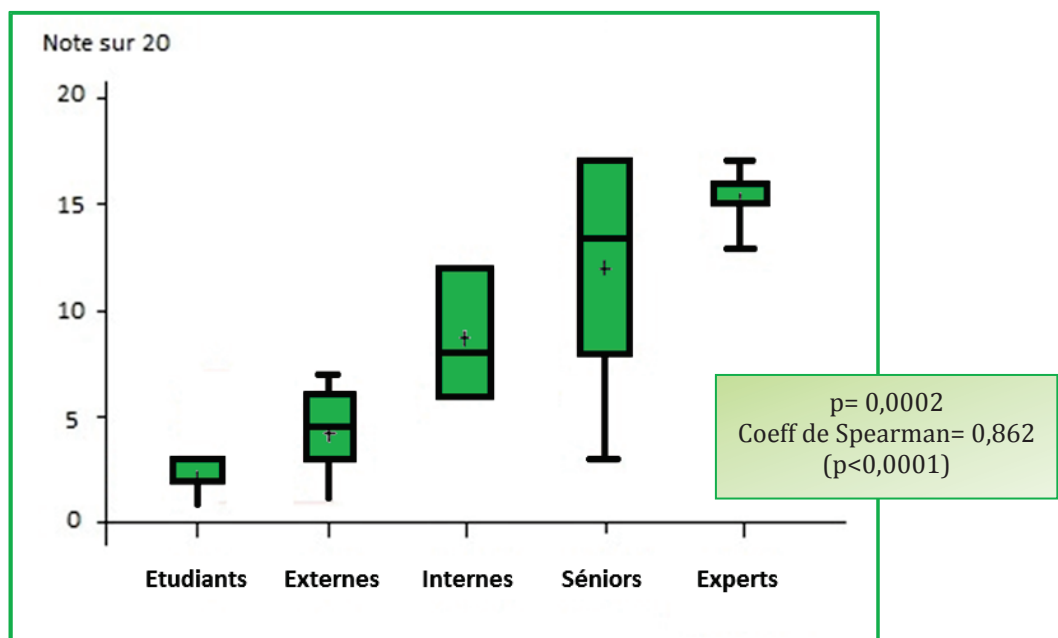
Graphique 4 : Médianes et quantiles des scores obtenus par la grille RESCAPE-CM en fonction du niveau d'expertise du groupe.

4. Scores obtenus par les groupes après ajout des P2

Au vu de l'absence de significativité pour la grille massage cardiaque, nous avons souhaité inclure un groupe de niveau plus discriminant. Nous avons donc ajouté dans un second temps 6 étudiants en médecine de deuxième année, dont nous avons coté les performances pour les quatre gestes avec l'aide de nos grilles d'évaluation. Les médianes et quantiles des scores obtenus par les six groupes avec chacune des quatre grilles sont présentés en *annexe 14*.

4.1. Grille RESCAPE-IO (Pose d'un Cathéter Intra-osseux)

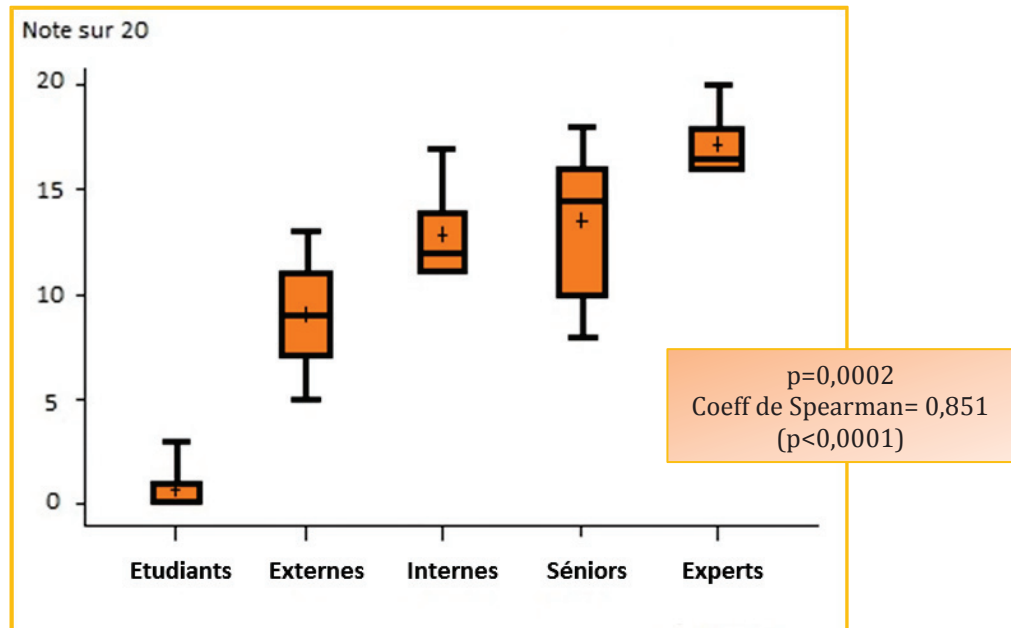
Pour la grille concernant la pose d'un cathéter intra-osseux, les scores différaient de manière encore plus significative après ajout du groupe des étudiants ($p=0,0002$), avec un accroissement en fonction de l'expérience ($p<0,0001$). Un nouveau graphique pour ce geste a été réalisé en incluant le groupe des étudiants.



Graphique 5 : Médianes et quantiles des scores obtenus par la grille RESCAPE-IO en fonction du niveau d'expertise des cinq groupes.

4.2. Grille RESCAPE-BMV (Ventilation à l'insufflateur manuel)

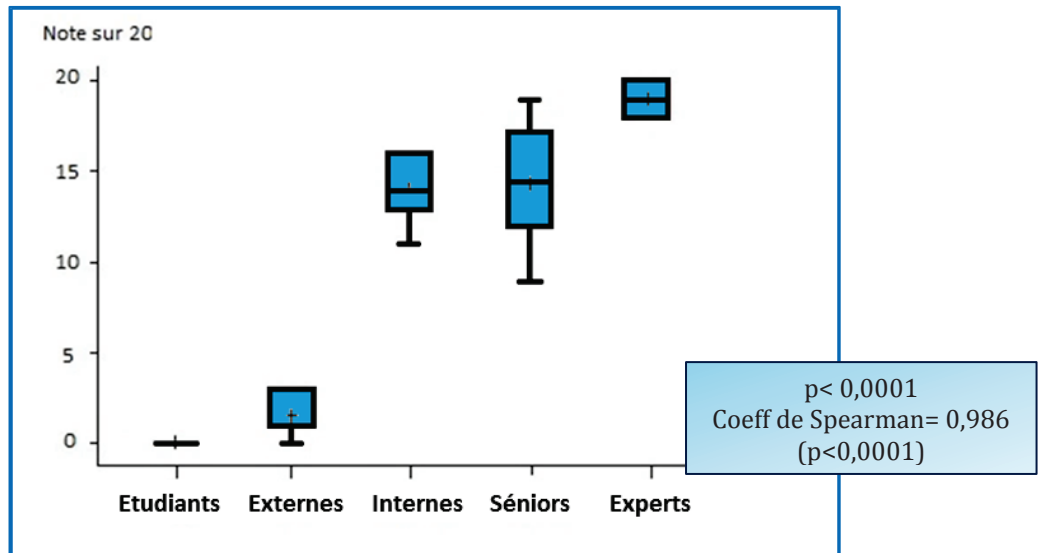
Pour la grille concernant la ventilation au masque, les scores étaient significativement différents entre les cinq groupes ($p=0,0002$), et il se renforçait l'accroissement en fonction du niveau d'expérience après ajout des étudiants ($p<0,0001$). Les médianes et quantiles des scores sont représentées dans le graphique 6 pour les cinq groupes.



Graphique 6 : Médianes et quantiles obtenus des scores obtenus pour la ventilation au masque en fonction du niveau d'expertise des cinq groupes.

4.3. Grille RESCAPE-IT (Intubation trachéale)

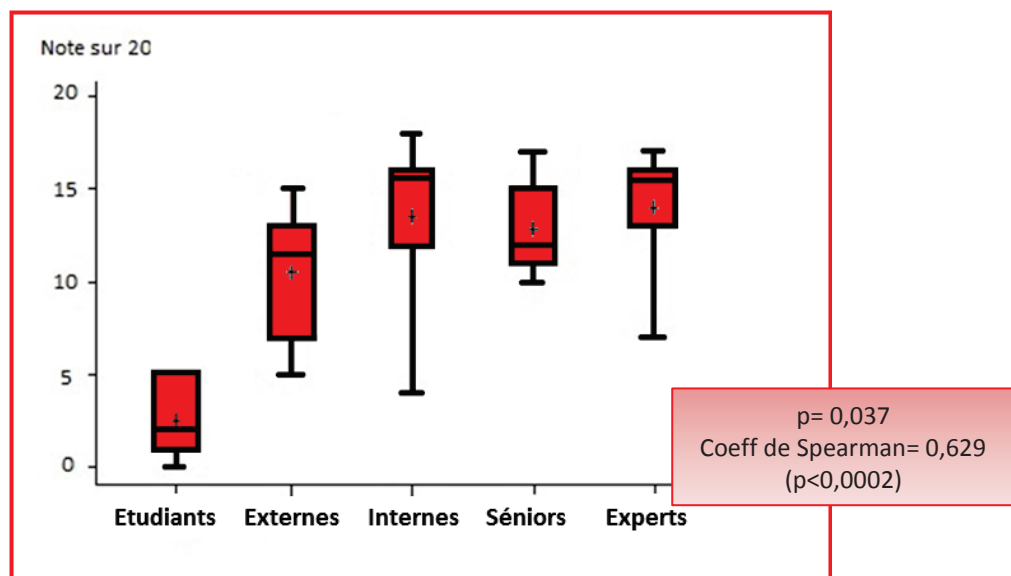
Pour la grille concernant l'intubation, les scores étaient significativement différents entre les cinq groupes ($p<0,0001$). Les médianes obtenues pour chaque groupe avec leurs quantiles sont représentées dans le graphique 7.



Graphique 7 : Médianes et quantiles des scores obtenus par la grille RESCAPE-IT en fonction du niveau d'expertise des cinq groupes.

4.4. Grille RESCAPE-CM (Massage cardiaque externe)

Pour la grille RESCAPE-CM, après ajout des P2, les scores différaient de manière significative dans les cinq groupes ($p=0,037$) avec un accroissement significatif en fonction de l'expérience du groupe ($p < 0,002$). Les médianes des scores obtenus par chaque groupe avec leurs quantiles sont représentées dans le graphique 4.



Graphique 8 : Médianes et quantiles des scores obtenus par la grille RESCAPE-CM en fonction du niveau d'expertise des cinq groupes.

CHAPITRE IV – DISCUSSION

1. Rappels des principaux résultats

Dans un premier temps, nous avons montré une fiabilité de nos grilles lors de la cotation des performances par deux évaluateurs : l'accord retrouvé entre les deux évaluateurs est parfait ou presque parfait pour 82,5 % des items des quatre grilles, fort pour 11,25%, modéré pour 5%, et seul un item sur 80 obtient un degré d'accord très faible.

Nous avons ensuite montré que le score obtenu avec nos grilles RESCAPE reflétait bien le niveau de performance d'un sujet pour un geste : nos résultats mettent en évidence un accroissement des scores obtenus en fonction du niveau d'expertise. Les médianes des scores étaient significativement différentes pour les grilles RESCAPE-IO, RESCAPE-BMV et RESCAPE-IT (avec respectivement $p=0,0026$, $p=0,0002$, $p=0,0007$) avec un accroissement du score en fonction de l'expérience du sujet ($p<0.0001$ pour les trois grilles) dès la première phase de notre étude. Pour la grille RESCAPE-CM, il a été nécessaire d'introduire un cinquième groupe de niveau plus discriminant, les étudiants en deuxième année de médecine, pour obtenir des résultats significatifs ($p=0,037$). Cette deuxième phase a permis pour les trois autres grilles un renforcement de la significativité de la différence des scores médians obtenus par les différents groupes.

2. Commentaires sur les outils existants

Pour bien comprendre pourquoi il nous a paru nécessaire de créer de nouvelles grilles pour ces quatre gestes, nous faisons ici quelques commentaires sur les différents outils existants dont nous avons décrit succinctement la méthodologie dans le Chapitre 1 - Partie B - paragraphe 4.

- Oriot, 2012 (58)

La grille évaluée comportait 12 items, les items en commun avec notre grille de pose d'un cathéter intra-osseux font référence aux mesures d'hygiène, au choix du site de ponction, à la position de la jambe, au placement de l'aiguille dans l'os et à la vérification du bon placement du cathéter par un test de reflux de moelle et par injection de sérum physiologique. La grille n'aborde pas le choix du matériel (aiguille et trocart), ni la pose par un matériel mécanique type EZ-Driver (le matériel utilisé est l'aiguille de pose manuelle du dispositif intra-osseux de Cook). Les limites de cette étude peuvent se résumer ainsi : les items sont complexes sur le plan de la notation : 0 à 3 selon l'item, ce qui demandent un temps de réflexion à l'évaluateur, seule l'utilisation du trocart manuel est évaluée (pas d'EZ Driver), et les niveaux sont très peu discriminants. Comme seuls 10 des 31 urgentistes avaient déjà effectué la pose d'un cathéter intra-osseux avant le début de l'étude, ils ont tous bénéficié de 5 mois de formation avant l'évaluation ; on peut penser que cette formation était ciblée sur les items de la grille, entraînant alors un biais important dans la comparaison des scores des deux groupes.

- Quan, 2001 (64)

Pour les quatre grilles décrites, 28 items ont été retenus, dont 24 de notation binaire, et une variable continue par grille (temps de réalisation du geste). La notation se fait par l'intermédiaire d'un enregistrement vidéo. Trois des grilles décrites ont des caractères communs avec nos grilles d'évaluation : elles évaluent les gestes d'urgence chez l'enfant et concernent uniquement le geste technique en lui-même. Elles sont moins détaillées (4 items concernent la pose d'un cathéter intra-osseux, 6 items concernent la ventilation à l'insufflateur manuel et 9 items concernent l'intubation trachéale) mais comportent certains items en communs. Cet article n'a pas comme objectif premier l'évaluation des grilles présentées, mais l'évaluation d'internes avant et après une formation par simulation. L'étude de la fiabilité de la grille est un objectif secondaire, et la validité de ces grilles n'est pas étudiée.

- Brett-Fleeger, 2008 (16)

Cet article paru dans Pediatrics en 2008 étudiant la validité d'une grille évaluant les performances en réanimation cardio-respiratoire des internes de pédiatrie comporte de nombreux points communs avec notre travail sur le plan méthodologique : la construction de la grille fait appel à un panel d'experts et à la méthode Delphi, la validation est étudiée par l'analyse des scores en fonction du niveau d'expérience de groupes d'individus (par la méthode de Kruskal Wallis : 25 sujets correspondant à 5 groupes de niveau). La fiabilité inter-observateur a été analysée en comparant les scores des 25 sujets donnés par deux évaluateurs après visionnage vidéo des performances (par le calcul du coefficient kappa de Cohen).

Dans la grille, la partie sur la ventilation correspond à 6 items sur 65 au total ; ils sont de notation binaire. Les items en commun avec notre grille sont : taille du masque adaptée, taille de l'insufflateur manuel adaptée, branchement de l'insufflateur à la source d'oxygène, vérification de l'efficacité de la ventilation.

La partie sur l'intubation comporte 15 items dont 6 sont similaires à ceux de notre grille : sonde d'intubation de taille adaptée, lame de laryngoscope de taille adaptée, introduction correcte du laryngoscope, sonde poussée à travers les cordes vocales, tenue correcte de la pince de Magill, auscultation des deux champs pulmonaires et de l'estomac, fixation de la sonde à l'aide d'un adhésif. Les autres items évalués portent sur : la prémédication, la pré-oxygénation, la demande d'une aide pour l'appui cricoïde, la vérification de l'oxygénation, l'appel à la radiologie.

Même si cette grille comporte plusieurs items en commun avec nos grilles, elle diffère par le fait que le geste technique seul n'est pas pris en compte : le sujet est évalué face à trois

scénarios différents, et des items concernant la gestion d'une équipe sont compris dans la grille.

- Reid, 2012 (65)

La grille présentée dans l'article paru dans *Resuscitation* en 2012 écrit par Reid correspond au total à 94 items (4 sous parties), cotés de 0 à 2. Les items concernant la ventilation et l'intubation sont au nombre de 28, certains sont en commun avec notre grille : Pour l'intubation : sonde d'intubation de taille adaptée, lame de laryngoscopie de taille adaptée, vérification de la lumière du laryngoscope, introduction correcte du laryngoscope, sonde poussée à travers les cordes vocales, vérification du soulèvement du thorax, auscultation des deux champs pulmonaires et de l'estomac, fixation de la sonde à l'aide d'un adhésif ; Pour la grille ventilation : manœuvre universelle de libération des voies aériennes, positionnement correct de la tête, fréquence de compression adaptée à l'âge. Les items supplémentaires s'intéressent à la prémédication, la pré-oxygénation, l'appel de la radio, la sonde gastrique pour l'intubation. Cette grille s'attache à évaluer l'ensemble d'une réanimation pédiatrique réalisée par une équipe face à des scénarios, dans ses aspects techniques et non techniques, et s'éloigne par conséquent du but de notre grille d'évaluation du massage cardiaque

- Van der Heide, 2006 (38):

Cet article est paru dans *Resuscitation* en 2006 et concerne un outil d'évaluation des compétences en réanimation néonatale. La fiabilité est analysée en comparant les scores obtenus par 14 internes avec la grille, donnés par 3 évaluateurs visionnant les vidéos des performances, dont un deux fois à au moins deux semaines d'intervalle (calcul de l'ICC). La validité de la grille est étudiée par la comparaison des scores obtenue par les 14 internes avant le premier essai et après un feedback sur leur premier essai. L'étude ne retrouve pas de différence significative entre ces deux moyennes.

La grille d'évaluation des compétences en réanimation néonatale comporte 44 items en tout, de cotation binaire, dont 6 se rapportent à la ventilation (dont 3 en commun avec notre grille : taille du masque, fréquence de compression, et intensité de compression du ballon), 7 à l'intubation (dont 3 sont en commun avec notre grille : taille de la sonde, préhension correcte du laryngoscope, sonde à travers les cordes vocales), et 6 au massage cardiaque. Cet outil ne correspond pas à nos grilles car il concerne la néonatalogie et de plus il englobe l'évaluation de tous les aspects non techniques d'une réanimation (communication, gestion de l'équipe). La validité de cet outil n'a de surcroît pas été démontré.

- House, 2012 (40)

La grille décrite dans l'article de House évaluant l'intubation ne comporte que 8 items, dont quatre se rapprochent de ceux de notre grille. Cependant, ils ne correspondent pas à notre grille car ils n'évaluent pas seulement le geste technique en lui-même, et sont plus généraux.

- Brennan, 1996 (14)

La grille étudiée est très différente de la nôtre car elle évalue le massage cardiaque chez l'adulte et ne comporte qu'un seul item en commun : Ratio compression/ventilation de 15/2. De plus son analyse de la validité est critiquable car ne pouvant comparer la grille à une grille existante bien construite, il la compare à un score d'auto-évaluation très subjectif et peu discriminant (noté sur 5).

- Donnelly (30)

La cotation de leurs items est très complexe (10 items sont cotés 1 à 8 selon les items). De plus la validité est étudiée en comparant deux populations de sujets ayant bénéficié d'un entraînement, qui a pu être axé sur les items de la grille, donc il n'est pas admis que cette grille puisse être transposable à l'évaluation de sujets n'ayant pas bénéficié de cet

entraînement. D'autre part, l'utilisation de leur grille nécessite un mannequin perfectionné capable de mesurer volume d'air insufflé et la dépression en mm par compression du thorax.

L'analyse des différents outils existant dans la littérature permet de mettre en avant l'absence de grilles réunissant tous les critères suivants : se rapporter aux gestes d'urgence, évaluer le geste technique seul, concerner la pédiatrie, et avoir une méthodologie de validation correcte. La création de nouveaux outils d'évaluation des gestes d'urgence en pédiatrie était donc nécessaire.

3. Discussion sur la méthodologie de notre travail

3.1. Les grilles RESCAPE

Boulet et al. dans leur article sur l'évaluation par la simulation dans le domaine de l'anesthésie, proposent d'effectuer l'étude de la fiabilité et de la validité d'un outil d'évaluation après avoir préalablement définies les compétences à évaluer en s'aidant d'opinion d'experts associée aux recommandations de bonne pratique si elles existent dans le domaine concerné (13). C'est conformément à ces recommandations que la création de nos grilles RESCAPE a été réalisée en plusieurs étapes, permettant ainsi de s'assurer de la validité de construit (pertinence) de nos outils. Le choix initial des items a été réalisé par un médecin expert en s'appuyant sur des recommandations reconnues de manière internationale, puis chaque item a été validé par un panel de 13 experts en bi centrique par la méthode Delphi modifiée. Les avantages de cette méthode sont nombreux : anonymat, absence de l'effet leader d'opinion, experts pouvant être géographiquement éloignés, coût faible.

Dans un souci de créer un outil simple à utiliser, nous avons préféré garder la même cotation pour chaque item (0 ou 1). Cette absence de pondération des items peut faire penser que le fait que certaines actions peuvent présenter une importance plus grande dans la

réalisation du geste n'est pas représenté. Cependant pour pallier à ce problème, nous avons préféré subdiviser une notion en plusieurs items, lorsqu'elle nous paraissait d'une importance majeure. C'est ainsi que le positionnement du masque pour la ventilation correspond à 5 items, car cela correspond à un élément clé de la réussite d'une ventilation par insufflateur manuel. A l'inverse, on note par exemple que dans la grille évaluant la pose du cathéter intra-osseux, les mesures d'hygiène : lavage des mains, masque et gants sont réunis en un seul et même item.

La cotation de nos items est simple, mais cependant une difficulté a été notée par les évaluateurs : l'évaluation devant s'effectuer durant le temps du geste, il peut-être parfois difficile d'effectuer dans le même temps la cotation des items et la poursuite de l'observation du geste réalisé. Cette difficulté peut-être en partie contournée par une lecture attentive et au besoin répétée de la grille par l'évaluateur avant de débiter la cotation de la performance, de manière à ne pas perdre du temps à lire les items lors du passage du sujet.

Comme limite à nos grilles, nous pouvons discuter de la difficulté à reproduire les conditions du réel, perturbant l'évaluation correcte des performances pour les quatre gestes techniques. En effet, lorsque l'on demande à un réanimateur de reproduire l'initiation d'un massage cardiaque chez un enfant en arrêt cardiorespiratoire situé dans un lit d'hôpital, il n'a pas forcément le réflexe de placer le mannequin qu'on lui présente sur une table sur une planche de massage, alors que cela aurait certainement été réalisé dans le réel, voyant réellement l'enfant dans son lit. A l'inverse, un étudiant à qui l'on demande d'initier un massage cardiaque sur le mannequin peut penser à utiliser la planche de massage qu'il voit sortie, alors qu'il n'aurait peut-être pas pensé à le faire en situation réelle. Plusieurs exemples sont ainsi imaginables, et viennent quelque peu interférer avec les résultats concernant nos grilles d'évaluation. Cependant, au vu des bons résultats de validité de nos grilles, on peut penser que ces biais ont peu influencé nos résultats.

3.2. Participants

Notre population est composée de sujets appartenant au domaine médical strictement (médecins et étudiants en médecine). Cela est un avantage si l'on considère que dans certaines études, les populations médicales et paramédicales sont prises en compte sans distinction (47), augmentant ainsi le nombre de sujets mais créant une hétérogénéité importante de la population étudiée et rendant difficile une extrapolation à un des sous-groupes de la population.

Cependant, par ce fait, nos grilles ne seront applicables qu'à une population composée d'étudiants en médecine et médecins, les extrapolations à d'autres professions de santé ne semblent pas souhaitables.

Nous avons souhaité créer initialement quatre groupes de niveau d'expérience, pour cela, nous avons choisi de prendre des médecins et futurs médecins à un moment différent de leur cursus : externes, internes de pédiatrie, pédiatres et anesthésistes ou réanimateurs pédiatriques. Nous ne nous sommes pas contentés d'admettre leur différence d'expérience de par leur avancement dans le cursus, mais nous avons pris soin de leur faire remplir un questionnaire sur leur formation et leur expérience concernant les quatre gestes étudiés. Cela nous a été une aide précieuse à l'interprétation des mauvais résultats initiaux pour la grille RESCAPE-CM, comme nous le verrons plus loin. Les quatre niveaux d'expertise créés au départ n'étant pas significativement différents sur le plan de la formation théorique, quant à la formation par simulation, si tous les membres du groupe interne et externe avaient bénéficiés d'une formation par simulation pour ce geste, ce n'était pas le cas pour les groupes sénior et expert. De plus, pour les membres de ces deux groupes ayant bénéficié d'une formation, elle était ancienne. Nous avons donc décidé d'introduire un groupe supplémentaire plus discriminant, composé d'étudiants en médecine de deuxième année, ayant une formation plus limitée, et une expérience inexistante.

Une limite à notre travail est celle du faible nombre de performances évaluées par nos grilles : seuls 6 sujets par groupe ont participé, soit 30 au total, ce qui reste un effectif relativement faible. Le caractère mono centrique des participants est également une limite à notre étude.

3.3. Méthode de validation utilisée

a) Etude de la fiabilité

Dans ce travail, nous avons décidé d'étudier la fiabilité de chaque item en comparant la note obtenue pour une même performance pour chaque item par deux évaluateurs (fiabilité inter-observateur) par le calcul du coefficient kappa de Cohen. Nous avons ensuite vérifié l'absence de corrélation entre le degré d'accord retrouvé pour l'item et la note globale obtenue pour la grille par l'étude de la corrélation de Pearson pour rechercher l'influence du niveau de performance sur la fiabilité inter-observateur.

La reproductibilité du score donné par des évaluateurs différents pour une même performance nous paraît un élément essentiel pour affirmer la qualité d'un outil d'évaluation. Une des limites sur le calcul de la fiabilité est que ce coefficient a été étudié à partir de l'évaluation de seulement deux évaluateurs. Etant donné le faible nombre de performances à évaluer (30 pour chaque geste), il aurait pu être intéressant d'augmenter le nombre d'évaluateurs pour le calcul de la fiabilité, ce que nous n'avons pas pu faire (évaluer chaque performance a pris du temps, et les disponibilités du personnel médical sont restreintes).

b) Etude de la validité

Pour l'étude de la validité, nous avons choisi d'étudier des groupes de médecins et étudiants en médecine de niveaux différents. Un des points forts de notre étude est que nos groupes ont des niveaux d'expérience très différents. A notre connaissance, il n'avait jamais été utilisé la comparaison entre étudiants, externes, internes, médecins séniors et médecins

experts pour valider une grille d'évaluation de gestes techniques d'urgence en pédiatrie. Dans plusieurs articles traitant de la validation de grille d'évaluation sur des thèmes similaires, les auteurs concluent à l'importance de créer des groupes de niveau plus discriminants que ceux utilisés dans leur étude (38,40,47).

4. Discussion des résultats obtenus

4.1. Résultats pour la fiabilité des grilles RESCAPE

Nos résultats concernant la fiabilité de nos grilles sont globalement très bons. Les degrés d'accord entre les deux évaluateurs (l'un en direct et l'autre après retransmission vidéo) sont parfaits ou presque parfaits pour plus de 82% des items des quatre grilles. Les bons résultats de fiabilité de nos grilles peuvent s'expliquer par les précautions prises lors de la rédaction des items pour les rendre le plus clair possible, et par la simplicité de notation (binaire). Ces chiffres viennent nous conforter dans le fait que, contrairement à d'autres outils disponibles, aucune formation préalable des évaluateurs n'est nécessaire à l'utilisation de nos grilles.

Seul un item sur l'ensemble des items de nos quatre grilles obtient un degré d'accord très faible ; il s'agit de l'item 11 de la grille RESCAPE-IO : moteur de l'EZ Driver actionné sans pression jusqu'à perte de résistance. Cela peut s'expliquer par le fait que cet item est trop subjectif, et de plus particulièrement difficile à évaluer en relecture vidéo, et n'a jamais été cité à l'oral par les sujets lors de la description de leurs actions.

Par ailleurs, nous avons vérifié que nos grilles restent fiables pour toutes les performances, qu'elles soient médiocres ou excellentes.

Nous n'avons pas pu, pour des raisons logistiques, enregistrer par caméra vidéo l'intégralité de toutes les performances : seul 59% de nos passages ont pu être relus par un deuxième évaluateur (soit pour des raisons de disponibilité du matériel vidéo, soit pour des

raisons de conditions de films incompatibles avec la possibilité d'une relecture ultérieure : cadrage inadapté, son inaudible, item non évaluable sur la vidéo présentée,...). Ce pourcentage sous-tend le fait que nos grilles ne sont pas adaptées à une utilisation avec support vidéo.

4.2. Résultats pour la validité des grilles RESCAPE

Choisir des groupes discriminants a permis de mettre en évidence une différence de scores entre les groupes, dès la première phase de notre étude pour trois des grilles présentées, et seulement après ajout des étudiants pour la grille RESCAPE-CM. Il est possible d'expliquer, au moins en partie, la non significativité de la différence des médianes des scores des quatre groupes initiaux pour cette grille par le fait que les quatre groupes formés au départ pour étudier la validité de nos grilles n'ont pas une formation théorique significativement distincte concernant le massage cardiaque de l'enfant, contrairement à la formation reçue pour les trois autres gestes. Pour le massage cardiaque, les externes et les internes avaient tous bénéficié d'une formation par simulation à ce geste, contrairement aux seniors et aux experts, et cette formation était plus récente de manière significative. D'autre part, l'expérience réelle pour ce geste est inexistante pour les externes, mais elle est également peu importante pour les seniors et les experts. En effet le massage cardiaque de l'enfant est un événement rare, que même les médecins expérimentés pratiquent peu souvent, mais pour lequel les médecins en formation bénéficient de formation par simulation, créant ainsi un biais dans notre niveau d'expertise des groupes. Nous avons dans notre étude ajouté le groupe des étudiants en deuxième année de médecine de manière à pouvoir comparer avec un groupe ne bénéficiant pas ou peu de formation préalable sur le massage cardiaque. Après cet ajout de groupe, les différences de scores étaient significatives pour la grille RESCAPE-CM.

Les étudiants en médecine que nous avons inclus dans un second temps dans notre étude ont par ailleurs permis de mettre en évidence une différence encore plus présente pour les trois autres grilles.

Au total, les résultats de notre étude concernant la validité des grilles montrent une différence de scores entre les 5 groupes de niveau significative pour les 4 grilles, avec une forte corrélation entre le niveau d'expertise et les scores pour les 4 grilles. Nos graphiques illustrent bien l'augmentation des médianes des scores en fonction de l'expérience du sujet. Ces bons résultats soutiennent le fait que nos grilles ont été correctement construites, et permettent effectivement d'être discriminant dans l'évaluation des sujets.

Si nos grilles sont validées, on peut cependant émettre certaines réserves quant à leur utilisation dans certains sous-groupes de notre population : en effet, pour les sujets les moins formés, les scores obtenus pour les grilles RESCAPE-IO, BMV et IT sont relativement homogènes, et ne permettent pas de mettre en évidence de différence entre les performances de ces sujets. En revanche, notre grille prend tout son sens dans l'évaluation des sujets avec des niveaux intermédiaires comme les internes et les seniors : les quantiles à la médiane sont assez importants dans ces groupes ce qui laisse penser que l'outil d'évaluation est discriminant, reflétant au mieux les compétences acquises. Ce fait vient soutenir l'utilisation de nos grilles dans le cadre de l'évaluation d'internes ou de seniors non experts.

5. Implications pour de futurs projets de recherche

La discussion des résultats obtenus dans l'étude de la fiabilité et de la validité de nos grilles nous ont amené à effectuer plusieurs constats :

- nos grilles RESCAPE sont des outils fiables et valides d'évaluation des gestes d'urgence chez l'enfant,

- leur utilisation ne nécessite aucune formation préalable des évaluateurs, cependant, une prise de connaissance préalable de la grille par l'évaluateur est préférable,
- l'utilisation de nos grilles pour l'évaluation de performances par relecture vidéo n'est pas souhaitable,
- nos grilles RESCAPE sont particulièrement performantes dans l'évaluation de groupes de niveau intermédiaire comme les internes ou les séniors.

Nos grilles pourraient être dans un premier temps utiles à la recherche dans le domaine de la simulation en santé, permettant par exemple d'évaluer l'impact de telle ou telle formation aux gestes d'urgence en pédiatrie, grâce à une évaluation avant/après formation. Il est en effet primordial de définir comment la simulation doit être utilisée dans la formation des professionnels de santé, et des internes en particulier et d'évaluer les programmes de simulation pour optimiser son utilisation.

Un travail utilisant les grilles d'évaluation RESCAPE est actuellement en cours au sein des hôpitaux pédiatriques de Nice et s'intitule "Evaluation d'un programme d'apprentissage des gestes d'urgence pour les internes de pédiatrie de 1ère et 2ème année - étude multicentrique prospective". Il concerne 35 internes ayant bénéficié d'une formation aux gestes d'urgence en pédiatrie. L'étude se propose d'évaluer la progression des scores avant et après formation et le maintien des scores pour les quatre performances évaluées par nos grilles RESCAPE. Les évaluations ont lieu avant formation, puis à 1 mois, 3 mois, 6 mois et 10 mois post formation.

6. Implications pour la pratique

Nous l'avons vu, en Amérique du Nord, la simulation trouve peu à peu sa place dans le domaine de l'évaluation, qu'elle soit formative ou certificative. En France, cette utilisation est déjà envisagée pour l'évaluation des internes dans le cadre de leur certificat de compétences

cliniques (83), ou pour les médecins dans le cadre du DPC (36). Elle pourra également trouver sa place dans la mise en place d'une certification académique des internes DES. Les gestes d'urgence en pédiatrie font partie des compétences cliniques indispensables et pouvant faire l'objet d'évaluation. C'est dans cette optique que des outils validés tels que les grilles RESCAPE peuvent apporter leur aide.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

A l'instar d'une thérapeutique médicamenteuse dont l'efficacité a été prouvée par plusieurs études mais qui doit être utilisée dans des indications reconnues et avec une posologie adaptée, l'enseignement par simulation a fait ses preuves comme méthode d'apprentissage, cependant, certaines précisions restent à apporter : dans quels domaines apporte-il une réelle valeur ajoutée ? Quels sont les supports les plus appropriés ? Quels programmes de simulation (durée, fréquence et organisation des séances) sont les plus efficaces ?

Une utilisation correcte de la simulation demande une réflexion sur les objectifs précis d'apprentissage, sur la manière de conduire l'enseignement, sur la transférabilité des compétences acquises en simulation vers le milieu clinique, et d'abord et avant tout, sur l'impact bénéfique sur la prise en charge des patients réels : *la simulation doit être au service du patient.*

Ces réflexions doivent être présentes à l'esprit des structures et des enseignants utilisant cette méthode d'apprentissage. Pour les aider à optimiser l'intégration de la simulation dans les cursus d'enseignement médical, des outils validés doivent être disponibles, permettant l'évaluation des programmes d'intervention. C'est dans cette optique que nos grilles d'évaluation des gestes d'urgence chez l'enfant trouvent leur place.

D'autre part, la possibilité d'utiliser la simulation comme outil d'évaluation des compétences, qui est déjà bien présente outre-Atlantique, commence à apparaître en Europe. Pour utiliser les outils d'évaluation des performances dans cette perspective, il est également indispensable de disposer d'outils fiables et valides.

Ce travail montre que les grilles RESCAPE de la pose d'un cathéter intra-osseux, de la ventilation au masque, de l'intubation trachéale, et du massage cardiaque externe en pédiatrie, sont des outils d'évaluation fiables et valides. Elles pourront donc être utilisées dans les deux domaines, celui de l'évaluation de la formation par simulation, et celui de l'évaluation des compétences de réalisation des gestes d'urgence en pédiatrie.

ANNEXES

Annexe 1 : Comparaison des grilles existantes sur la pose d'un cathéter intra-osseux	87
Annexe 2 : Comparaison des grilles existantes sur la ventilation au masque	88
Annexe 3 : Comparaison des grilles existantes sur l'intubation trachéale	89
Annexe 4 : Comparaison des grilles existantes sur le massage cardiaque	90
Annexe 5 : Description du geste « Pose d'un cathéter intra-osseux »	91
Annexe 6 : Description du geste « Ventilation à l'insufflateur manuel »	92
Annexe 7 : Description du geste « Intubation trachéale »	93
Annexe 8 : Description du geste « Massage cardiaque »	94
Annexe 9 : Grille RESCAPE-IO	95
Annexe 10 : Grille RESCAPE-BMV	96
Annexe 11 : Grille RESCAPE-IT	97
Annexe 12 : Grille RESCAPE-CM	98
Annexe 13 : Questionnaire rempli par les sujets sur la formation et l'expérience concernant les gestes d'urgence chez l'enfant	99
Annexe 14 : Scores médians obtenus par les 5 groupes pour chacun des 4 gestes	100
Annexe 15 : RESCAPE Tools :Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation	101

PREMIER AUTEUR	ORIOT	QUAN
Nom de la revue	<i>Simulation in healthcare</i>	<i>Pediatrics</i>
Année de parution	2012	2001
Nombre d'items concernant la pose du cathéter intra-osseux	12 items + 3 temps + succès du geste ou non	4 items
Type d'item: cat: variables catégorielles (binaires ou non); cont: var continues	12 cat (de 0 à 3) + 3 cont	3 cat (binaires) + 1 cont
Méthode d'étude de la fiabilité	interobservateurs (FIO)	interobservateurs (FIO)
Nombre de sujets pour l'étude de la fiabilité	40 externes et internes	4 internes
Nombre évaluateurs	2	4
Méthodes statistiques pour la fiabilité	Coeff kappa pour cat et ICC pour cont	Coeff kappa pour cat et ICC pour cont
Méthode d'étude de la validité	groupe niveaux	NON ETUDIEE
Nombre de sujets pour l'étude de la validité	40 externes+internes, comparés à 31 urgentistes	
Méthodes statistiques pour la validité	Méthode de student pour scores Analyses variances pour temps Mann Whitney pour corrélation scores/succès	
Live ou vidéo	Live	Vidéo
Choix adapté de l'aiguille de l'EZM driver		
Choix adapté du trocart manuel		
Matériel de raccord (tubulure) adapté et purgé		
Mesures d'hygiène	x (gants)	x
Réalisation d'une désinfection du site	x	
Choix correct du site de ponction	x	
Jambe correctement placée et fermement tenue	x (flexion genou)	
Aiguille placée perpendiculairement à l'os	x	
Avancée par mouvements de rotation avec le trocart manuel	x	
Avec l'EZM driver : vérif de la visibilité du trait noir (des 5 mm)	x	
Avec l'EZM driver : moteur actionné jusqu'à perte de résistance		
Etales dans le bon ordre		
Mise en place en moins de 2 minutes		
Vérification de l'immobilité de l'aiguille dans l'os	x	x
Réalisation d'un test du reflux de moelle	x	
Injection de 2 à 5 ml de sérum physiologique sans diffusion	x	
Absence de pansement occlusif		
Utilisation du dispositif de fixation spécial pour l'EZM Driver		
Tubulure fixée avec un sparadrap sur la même jambe	x	
Items supplémentaires	attelle MI anesthésie temps x 3	retrait du stylet dans aiguille temps de réalisation
Critiques et différences	pas d'utilisation de l'EZ driver, cotation complexe, seuls 10 urgentistes ont l'expérience de la pose d'un cathéter intra-osseux: groupes peu discriminants	étudier la fiabilité de la grille est un objectif secondaire de l'article grille non comparable (peu d'item)

Annexe 2 : Comparaison des grilles existantes sur la ventilation au masque

PREMIER AUTEUR	QUAN	BRETT FLEEGER	REID	VAN DER HEIDE
Nom de la revue	<i>Pediatrics</i> 2001	<i>Pediatrics</i> 2008	<i>Resuscitation</i> 2011	<i>Resuscitation</i> 2006
Année de parution				
Nombre items concernant la ventilation au masque	6	6	10	6 (44 au total)
Type d'item: cat (binaires ou non) ou cont	5 cat (binaires), 1 cont	cat (binaire)	cat (0.32)	cat (binaire)
Méthode d'étude de la fiabilité	FIO	FIO	FIO	FIO et intraobservateur
Nombre de sujets pour l'étude de la fiabilité	39 internes	25 médecins	6 experts, 6 internes	14 internes
Nombre évaluateurs	4	2	6	3 dont un deux fois
Méthodes statistiques pour la fiabilité	Coeff kappa pour cat, ICC pour cont	Coeff kappa pour cat, ICC pour cont	ICC	ICC
Méthode d'étude de la validité	NON ETUDIEE	groupe de niveaux	groupe de niveaux	comparaison avant /après feedback
Nombre de sujets pour l'étude de la validité		25; 5 niveaux	2 équipes (3experts, 3internes)	14 internes
Méthodes statistiques pour la validité		Kruskall wallis	ICC pr FIO	ICC pr FIO et intraobs
Live ou vidéo	vidéo	Vidéo	analyse de variance pr comp vidéo	vidéo
Désobstruction et aspiration de l'oropharynx				
Manœuvre universelle de libération des VA	x			x
Antépuulsion de la mâchoire				
Absence d'appui sur les tissus mous sous mentonn	x			
Canule de Guédel de la bonne taille				
Guédel correctement introduite				
Positionnement correcte de la tête				
Taille du masque adaptée	x	x	x	
Taille de l'insufflateur manuel adaptée		x		
Branchement de l'insufflateur à la source d'oxygène	x	x		
Masque positionné à l'endroit				
Bonne étanchéité				
Recouvre bouche et nez				
Absence d'appui sur les yeux				
Tenue correcte du masque				
La personne se positionne derrière l'enfant				
Compression de l'insufflateur manuel correcte				x
Fréquence de compression adaptée à l'âge				x
La main qui tient le masque libère aussi les voies aériennes				
Efficacité de la ventilation	x	x		x
Items supplémentaires	temps mis pas d'interruption	évaluation initiale oxygénothérapie pas de délai autre item: intubation auscultation	technique et positionnement	indication correcte
Critiques et différences	étude de la fiabilité : objectif secondaire grille comportant peu d'item	performance d'une équipe, contexte de 3 scénarios	performance équipe dans un contexte de scenario	Concerne néonatalogie sit Résultats non significatifs pour la validité Aspects non techniques

PREMIER AUTEUR	QUAN Pediatrics 2001	BRETT FLEIGER Pediatrics 2008	REID Resuscitation 2011	HOUSE J of graduate Medical Educ 2012	VAN DER HEIDE Resuscitation 2006
Nom de la revue					
Année de parution					
Nombre d'items concernant l'intubation	9	15	14	8	6
Type d'item: cat: catégorielles; cont: continues	5 cat (binaire), 1 cont	cat (binaire)	cat (0 à 2)	non précisé	cat (binaire)
Méthode d'étude de la fiabilité	FIO	FIO	FIO	Fiabilité intra-observateur	FIO et stabilité test/retest
Nombre de sujets pour l'étude de la fiabilité	39 internes	25 médecins	4 équipes: 6 experts, 6 internes	46 internes	14 internes
Nombre évaluateurs	4	2	6	2 (1 live, 1 vidéo) deux fois (4-6)	3 dont un deux fois
Méthodes statistiques pour la fiabilité	Coeff kappa pour cat, ICC pour cont	Coeff kappa pour cat, ICC pour cont	ICC	Krippendorff A	Coeff kappa pour cat, ICC pour cont
Méthode d'étude de la validité	NON ETUDIEE	groupe de niveaux	groupe de niveaux	groupe de niveaux	Comparaison avant/après feedback
Nombre de sujets pour l'étude de la validité		25, 5 niveaux	4 équipes: 6 experts, 6 internes	46 internes (1 et 3ème année)	14 internes
Méthodes statistiques pour la validité		Kruskal wallis	Analyses de variances	Coeff de spearman	% d'amélioration du score
Live ou vidéo		Vidéo	Vidéo	live + vidéo	vidéo
Sonde d'intubation de taille adaptée	x	x	x	preparation	x
Lame de laryngoscopie de taille adaptée	x	x	x		
Pince de Magill de taille adaptée					
Insufflateur manuel + masque branché à la source d'O2	x				
Vérification du fonctionnement de l'aspiration	x				
Vérification de la lumière du laryngoscope	x		x		
Matériel prêt à portée de main					
Laryngoscope bien tenu					x
Introduction correcte du laryngoscope		x	x	technique	
Traction du manche de laryngoscope dans le bon axe					
Sonde poussée à travers les cordes vocales	x	x	x		x
Intubation en moins de 30 secondes				x	
Sonde introduite correctement dans la cavité buccale					
Introduction de la sonde par la narine avant laryngoscopie					
Tenue correcte de la pince de Magill		x			
Bonne utilisation de la pince de Magill					
Vérification du soulèvement du thorax			x	confirmation	confirmation
Auscultation des champs pulmonaires et de l'estomac		x	x		
Fixation à la bonne longueur					
Fixation de la sonde à l'aide d'1 adhésif		x	x		
Autre ITEM	position du patient main gauche pour intuber	pré oxygénation aide pour cricoïde verification oxygénation	Drogues radio SG	correction complication temps prémédication	
		appel radio premedication	preoxygénation		
Critiques et différences	étude de la fiabilité : objectif secondaire Peu d'item	performance d'une équipe, contexte de 3 scénarios	performance équipe dans un contexte de scenario	nécessite formations des évaluateurs grille non fournie	Concerne néonatalogie Résultats non significatifs pour la validité Aspects non techniques

Annexe 4 : Comparaison des grilles existantes sur le massage cardiaque

PREMIER AUTEUR	BRENNAN Resuscitation 1996	DONNELLY Resuscitation 1997	REID Resuscitation 2011	VAN DER HEIDE Resuscitation 2006
Nom de la revue				
Année de parution				
Nombre d'items concernant le massage cardiaque	14	10	6	6
Type d'item: cat: catégorielles (binaires ou non); cont: continues	cat (binaire)	cat (1 à 8)	cat (0 à 2)	cat (binaire)
Méthode d'étude de la fiabilité	Conférence interne et FIO	FIO et intraobservateur	FIO	FIO et stabilité test/retest
Nombre de sujets pour l'étude de la fiabilité	171	42	12	14 internes
Nombre évaluateurs	2 par performance	3	6	3 dont un deux fois
Méthodes statistiques pour la fiabilité	Cronbach	Coeff kappa	ICC	Coeff kappa pour cat, ICC pour cont
Méthode d'étude de la validité	Corrélation de Pearson			Comparaison avant/après feedback
Méthode d'étude de la validité	Comparaison à un score subjectif de 1 à 5	Comparaison score juste après formation et à 6-18 mois	groupe de niveaux	Comparaison avant/après feedback
Nombre de sujets pour l'étude de la validité	171	42	6 experts, 6 internes	14 internes
Méthodes statistiques pour la validité	Spearman	Chi2	Analyses de variances	% d'amélioration du score
Live ou vidéo	vidéo + live	vidéo	Vidéo	vidéo
Méthode de massage adapté à l'âge de l'enfant				x
Enfant sur un plan dur			x	
Fréquence correcte (100-120/min)		x	x	x
Ration compression /relaxation de 1/1				x
Ratio compression /ventilation de 15/2	x	x	x	x
Dépression correcte du thorax		x		
Pas d'interruption du geste			x	
Main correctement placée sur le thorax			x	
Doigts ne reposent pas sur le thorax				
Placement correcte du sauveteur				
Bras tendus avec coudes bloqués				
Dépression du thorax perpendiculairement à l'axe du corps				
Le talon de la main ne se décolle pas du thorax				
Massage cardiaque du nourrisson				
Doigts placés correctement sur le thorax				
Doigts ne se décollent pas du thorax				
En cas de technique à deux doigts				
2 doigts serrés perpendiculaires à l'axe du corps				
Autre main libère les VAS				
Placement correcte du sauveteur (lateral)				
En "cas" de "technique" à 2"pouces"				
Encerclement de tout le thorax avec les deux mains				
2 pouces serrés sur le sternum				
Placement correct du sauveteur (au pied)				
Autres items	Vérifier inconscient Appel aide 2 insufflations	ventilation	évaluation initiale défibrillation drogues reevaluation	decision reevaluation
Critiques et différences	pouls adulte, nécessite formation évaluateurs, population hétérogène	adulte, mesure volume insufflé, compression notée en mm: nécessite mannequins adaptés	reevaluation performance équipe, scenario	Concerne néonatalogie Résultats non significatifs pour la validité Aspects non techniques

LA POSE D'UN CATHETER INTRA-OSSEUX

1. Préparation du geste

- L'opérateur se lave les mains à la solution hydro-alcoolique, porte des gants stériles et un masque, et désinfecte rapidement le site de ponction. Il est possible de réaliser l'anesthésie locale selon l'état du patient et le degré d'urgence. Il convient de purger le matériel de perfusion.
- Le cathéter intra osseux peut être mis en place soit à l'aide d'un trocart manuel soit à l'aide d'un EZ driver motorisé. On choisit l'aiguille d'EZ-driver (rose pour le moins de 15 kg et bleu pour le plus de 15kg) ou le trocart manuel (16 gauges jusqu'à 18 mois, 14 gauges au-delà) adapté au poids de l'enfant.
- Un linge est roulé derrière le genou pour caler la jambe en légère rotation externe. La jambe devra être fermement tenue.

2. Réalisation du geste

- L'insertion se fait en général en tibial supérieur avant 3 ans, deux doigts sous la tubérosité tibiale, et en tibial inférieur après 3 ans.
- L'aiguille est introduite perpendiculairement à l'os avec les deux dispositifs.
- Avec le trocart manuel on avance par mouvements de rotation successifs jusqu'à sentir la résistance de l'os. Avec l'EZ-driver on introduit l'aiguille et au minimum une marque noire doit rester visible à l'extérieur lors du contact de l'aiguille avec l'os (repère =5mm), puis on actionne le moteur sans pression. Une moindre résistance ou un bruit sec signent l'entrée dans l'espace médullaire : la profondeur souhaitée est atteinte.

3. Vérification de l'efficacité du geste

- On vérifie l'immobilité de l'aiguille dans l'os, on réalise un test de reflux de moëlle et on vérifie l'absence de résistance lors de l'injection de 2 à 5ml de sérum physiologique. On peut ensuite brancher la tubulure de perfusion. Pour l'EZ-driver, il existe un dispositif de fixation special. On fixe ensuite la tubulure sur la jambe avec un sparadrap, sans pansement occlusif. On installe une attelle de fixation.

LA VENTILATION AU MASQUE

1. Prise en charge des voies aériennes supérieures

- La désobstruction de l'oropharynx est réalisée par l'aspiration du nez et de la bouche à l'aide d'une sonde de gros calibre, et peut être complétée par une vidange de l'estomac si nécessaire.
- La manœuvre universelle de libération des voies aériennes est effectuée en basculant la tête vers l'arrière à l'aide d'une main posée sur le front du patient, l'autre main tirant le maxillaire inférieur vers le haut.
- La tête doit rester positionnée en bascule arrière en légère extension durant tout le geste. L'antéimpulsion de la mâchoire doit être correcte : l'opérateur placé derrière l'enfant positionne 3 doigts de chaque main sur le maxillaire inférieur, les pouces sur les pommettes, mâchoire tirée vers le haut. Il ne doit jamais y avoir d'appui sur les tissus sous-mentonniers.
- La taille de la canule de Guédel correspond à la distance entre les incisives et l'angle inférieur de la mâchoire. Elle est introduite extrémité courbe vers le haut, puis l'opérateur effectue une rotation à 180°

2. Ventilation au masque et à l'insufflateur manuel

- La taille du masque doit être adaptée : recouvrant la bouche et le nez sans appui sur les yeux. Le sommet du triangle du masque doit se situer au niveau de l'ensellure nasale. Le masque est maintenu avec les doigts de la main gauche, pouce et index formant un « C » sur le dessus du masque en assurant l'étanchéité, les autres doigts crochant la mandibule.
- L'insufflateur manuel de taille adaptée est branché à la source d'O₂ ouverte.
- L'opérateur placé derrière l'enfant déprime le ballon des deux-tiers, à une fréquence adaptée à l'âge (20 à 25 par minute pour l'enfant, 25 à 30 pour le nourrisson). La durée de l'insufflation est de 1,5 à 2 secondes. La pression s'interrompt quand la partie basse du thorax se soulève.

3. Vérification de l'efficacité du geste

- L'opérateur contrôle la liberté des voies aériennes, l'étanchéité du masque et l'efficacité de la ventilation (soulèvement du thorax, coloration de l'enfant).

L'INTUBATION

1. Préparation à l'intubation

- L'aspiration des voies aériennes supérieures est réalisée si nécessaire.
- La tête est positionnée en légère extension, permettant l'ouverture de la bouche.
- La lame de laryngoscope est adaptée à la taille de l'enfant (00 pour le prématuré, 0 jusqu'à 3 mois, 3 à partir de 10-12 ans). On prépare une pince de Magill et une sonde trachéale de taille adaptée. Si l'on ne connaît pas l'âge de l'enfant, la taille de la sonde peut correspondre à celle du petit doigt de l'enfant.
- On vérifie l'éclairage du laryngoscope, le bon fonctionnement de l'aspiration et la présence d'un insufflateur manuel et d'un masque à portée de main

2. Réalisation du geste

- Le laryngoscope est saisi fermement de la main gauche, introduit dans la cavité buccale, du côté droit, en refoulant la langue vers la gauche, offrant une vue directe du pharynx.
- Le manche du laryngoscope est amené dans le bon axe vers le plafond et les pieds de l'enfant. Lorsque la lame atteint la base de la langue, une traction exercée sur le laryngoscope, selon un axe orienté de 45 degrés par rapport à l'horizontale, permet de voir l'extrémité supérieure de l'épiglotte.
- La pointe de la lame est avancée dans le sillon glosso-épiglottique. La traction du laryngoscope entraîne alors l'épiglotte vers l'avant et expose la glotte.
- La sonde peut être introduite par voie orale à partir de la commissure labiale droite avec la main droite ou par voie naso-trachéale avant la laryngoscopie chez le nourrisson. Dans les deux cas, elle est guidée à travers les cordes vocales avec l'aide d'une pince de Magill.

3. Vérification de l'efficacité du geste

- Une fois la sonde introduite, l'opérateur ventile à l'insufflateur manuel pour vérifier le soulèvement du thorax tout en auscultant les champs pulmonaires et l'estomac.
- Les conséquences d'une intubation œsophagienne méconnue sont dramatiques : en cas de doute, il est préférable de reprendre immédiatement les manœuvres. Une fois certain de son positionnement, on branche la sonde au système de ventilation et on gonfle le ballonnet si la sonde en est pourvue. La sonde doit être fixée à la bonne longueur avec de l'adhésif.

LE MASSAGE CARDIAQUE

1. Principes généraux

- La décision de commencer un MCE doit être rapide. Le patient doit être placé sur un plan dur. L'opérateur délivre 2 insufflations puis fait 15 compressions thoraciques puis recommence.
- La fréquence de compression est de 100 à 120/mn. Le ratio compression/relaxation doit être de 1/1. La dépression thoracique correcte correspond à environ 1/3 du diamètre antéro-postérieur, soit environ 3 cm pour les nourrissons et 5cm pour les enfants.
- Le geste ne doit pas être interrompu.

2. Massage cardiaque de l'enfant

- Pour le MCE de l'enfant, l'opérateur se place latéralement à l'enfant, placé sur un plan dur. Les bras de l'opérateur sont tendus, coudes bloqués, la paume, posée sur la moitié inférieure du sternum, impose une dépression perpendiculaire à l'axe du corps, le talon ne se décolle pas du thorax pendant la relaxation, les doigts ne s'appuient pas sur le thorax.

3. Massage cardiaque du nourrisson

- Pour le MCE du nourrisson deux techniques sont utilisées : dans les deux cas, les doigts doivent être placés sur le thorax à un travers de doigt au dessus de l'appendice xyphoïde et ne doivent pas se décoller du thorax pendant la phase de relaxation
- Pour la technique à deux pouces, l'opérateur est aux pieds de l'enfant, deux pouces sont posés sur le sternum, superposés ou adjacents selon la taille du nourrisson, les autres doigts encerclent le thorax totalement.
- Pour la technique à deux doigts, l'opérateur est placé latéralement à l'enfant, les doigts sont serrés, perpendiculaires à l'axe du corps. La main libre peut libérer les voies aériennes supérieures.



RESCAPE-IO
Evaluation de la mise en place d'un
cathéter intra osseux chez l'enfant



NOM	PRENOM
-----	--------

Oui (=1)	Non (=0)
----------	----------

Matériel			
IO-1		Choix adapté de l'aiguille de l'EZ- driver	
IO-2		Choix adapté du trocart manuel	
IO-3		Matériel de raccord (tubulure) adapté et purgé	

Asepsie			
IO-4		Mesures d'hygiène <i>(Lavage des mains ; gants stériles ; masque)</i>	
IO-5		Réalisation d'une désinfection du site	

Geste			
IO-6		Choix correct du site de ponction	
IO-7		Jambe correctement placée et fermement tenue	
IO-8		Aiguille placée perpendiculairement à l'os	
IO-9		Avancée par mouvements de rotation avec le trocart manuel	
IO-10		Avec l'EZ- driver : vérification de la visibilité du trait noir (des 5 mm) de l'aiguille avant d'actionner le moteur	
IO-11		Avec l'EZ- driver : moteur actionné sans pression jusqu'à perte de résistance	
IO-12		Etapas dans le bon ordre	
IO-13		Mise en place en moins de 2 minutes	

Vérification du bon positionnement			
IO-14		Vérification de l'immobilité de l'aiguille dans l'os	
IO-15		Réalisation d'un test du reflux de moelle	
IO-16		Injection de 5 ml de sérum physiologique sans diffusion	

Fixation du cathéter intra osseux			
IO-17		Absence de pansement occlusif	
IO-18		Utilisation du dispositif de fixation spécial pour l'EZ- Driver	
IO-19		Tubulure fixée avec un sparadrap sur la même jambe	

Score final :/ 19



RESCAPE-BMV
**Evaluation de la libération des voies
aériennes et de la ventilation par
insufflateur manuel chez l'enfant**



NOM	PRENOM
-----	--------

		Oui (=1)	Non (=0)
Prise en charge des voies aériennes			
BMV-1	Désobstruction et aspiration de l'oropharynx <i>(avec la sonde adaptée)</i>		
BMV-2	Manœuvre universelle de libération des voies aériennes correctement effectuée <i>(1 main bascule la tête vers l'arrière, 2 doigts de l'autre main tirent le maxillaire inférieur vers le haut)</i>		
BMV-3	Antépulsion de la mâchoire correctement effectuée <i>(derrière l'enfant, 3 doigts de chaque main sur le maxillaire inférieur et pouce sur les pommettes ; mâchoire tirée vers le haut)</i>		
BMV-4	Absence d'appui sur les tissus mous sous-mentonniers		
BMV-5	Canule de Guédel de la bonne taille <i>(taille : des incisives supérieures à l'angle inférieur de la mâchoire)</i>		
BMV-6	Canule de Guédel correctement introduite <i>(introduction de l'extrémité vers le haut, puis rotation de 180°)</i>		
BMV-7	Positionnement correcte de la tête <i>(en légère extension chez l'enfant)</i>		
Choix du matériel de ventilation			
BMV-8	Taille du masque adaptée		
BMV-9	Taille de l'insufflateur manuel adaptée		
BMV-10	Branchement de l'insufflateur manuel à la source d'oxygène (ouverte)		
Positionnement du masque			
BMV-11	Masque positionné à l'endroit <i>(sommet du triangle au niveau de l'ensellure nasale)</i>		
BMV-12	Bonne étanchéité		
BMV-13	Recouvre bouche et nez		
BMV-14	Absence d'appui sur les yeux		
BMV-15	Tenue correcte du masque		
Technique de ventilation			
BMV-16	La personne se positionne derrière l'enfant pour le ventiler		
BMV-17	Compression de l'insufflateur manuel correcte <i>(dépression maximum de 2/3 du ballon)</i>		
BMV-18	Fréquence de compression de l'insufflateur manuel adaptée à l'âge de l'enfant		
BMV-19	La main qui tient le masque libère aussi les voies aériennes		
BMV-20	Efficacité de la ventilation <i>(soulèvement du thorax)</i>		

Score final :/ 20



RESCAPE-IT
Evaluation de l'intubation du nourrisson



NOM	PRENOM
-----	--------

Oui (=1)	Non (=0)
----------	----------

Matériel		
IT-1	Sonde d'intubation de taille adaptée	
IT-2	Lame de laryngoscopie de taille adaptée	
IT-3	Pince de Magill de taille adaptée	
Préparation à l'intubation		
IT-4	Insufflateur manuel + masque, branchés à la source d'O ₂	
IT-5	Vérification du fonctionnement de l'aspiration	
IT-6	Vérification de la lumière du laryngoscope	
IT-7	Matériel prêt à portée de main	
Technique d'intubation		
IT-8	Laryngoscope bien tenu <i>(manche tenu fermement par la main gauche)</i>	
IT-9	Introduction correcte du laryngoscope <i>(Par la commissure labiale droite en chassant la langue à gauche)</i>	
IT-10	Traction du manche de laryngoscope dans le bon axe <i>(dans l'axe du manche : vers le plafond et les pieds de l'enfant)</i>	
IT-11	Sonde poussée à travers les cordes vocales <i>(avec la main opposée à celle tenant le laryngoscope)</i>	
IT-12	Intubation en moins de 30 secondes	
Intubation oro-trachéale		
IT-13	Sonde d'intubation introduite correctement dans la cavité buccale <i>(A partir de la commissure labiale droite avec la main droite)</i>	
Intubation naso-trachéale		
IT-14	Introduction de la sonde d'intubation par la narine avant laryngoscopie	
IT-15	Tenue correcte de la pince de Magill <i>(Tenue dans le bon sens)</i>	
IT-16	Bonne utilisation de la pince de Magill <i>(Prend l'extrémité de la sonde et la guide à travers le larynx jusqu'à l'entrée des cordes vocales)</i>	
Vérification du bon positionnement de la sonde		
IT-17	Vérification du soulèvement du thorax <i>(pendant la ventilation à l'insufflateur manuel par la sonde d'intubation)</i>	
IT-18	Auscultation des deux champs pulmonaires et de l'estomac	
Fixation de la sonde		
IT-19	Fixation de la sonde à l'aide d'un adhésif	
IT-20	Fixation à la bonne longueur	

Score final :/ 20



RESCAPE-CM
**Evaluation du massage cardiaque du
nourrisson et de l'enfant en simulation**



NOM	PRENOM
-----	--------

Oui (=1)	Non (=0)
----------	----------

Principes généraux		
HM-1	Méthode de massage adaptée à l'âge de l'enfant	
HM-2	Placement de l'enfant sur un plan dur ou planche de massage	
HM-3	Fréquence correcte (100-120/min)	
HM-4	Ration compression /relaxation de 1/1	
HM-5	Ratio compression /ventilation de 15/2	
HM-6	Dépression correcte du thorax <i>(environ 1/3 du diamètre antéro-postérieur)</i>	
HM-7	Pas d'interruption du geste	
Massage cardiaque de l'enfant		
HM-8	Main correctement placée sur le thorax <i>(talon sur la moitié inférieure du sternum)</i>	
HM-9	Doigts ne reposent pas sur le thorax	
HM-10	Placement correcte du sauveteur <i>(latéralement à la victime)</i>	
HM-11	Bras tendus avec coudes bloqués	
HM-12	Dépression du thorax perpendiculairement à l'axe du corps	
HM-13	Le talon de la main ne se décolle pas du thorax pendant la phase de relaxation	
Massage cardiaque du nourrisson		
HM-14	Doigts placés correctement sur le thorax <i>(1 travers de doigt au dessus de l'appendice xiphoïde)</i>	
HM-15	Les doigts ne se décollent pas du thorax pendant la phase de relaxation	
En cas de technique à 2 doigts		
HM-16	2 doigts serrés perpendiculaires à l'axe du corps	
HM-17	Autre main libère les VAS	
HM-18	Placement correct du sauveteur <i>(latéralement à l'enfant)</i>	
En cas de technique à 2 pouces		
HM-19	Encerclement de tout le thorax avec les deux mains	
HM-20	2 pouces serrés sur le sternum	
HM-21	Placement correct du sauveteur <i>(au pied de l'enfant)</i>	

Score final :/ 18



**Projet de simulation pédiatrique sur les gestes de réanimation
Cardio-pulmonaire en pédiatrie**



Validation des grilles d'évaluation des gestes

Questionnaire à l'intention des médecins participant à cette validation



1. Données générales

1	Etes-vous un homme ou une femme ?	
2	Quel âge avez-vous ?	
3	Quel poste occupez-vous ? (externe, interne, senior)	
4	Dans quel service travaillez-vous ?	
5	En quelle année (d'externat, d'internat ou de post internat) êtes-vous ?	

2. Formation théorique

Type de geste		Ventilation au masque	Intubation	Cathéter intra-osseux	Massage cardiaque
6	Savez-vous de quoi il s'agit précisément?	Oui			
		Non			
7	Avez-vous reçu une formation théorique spécifique ?	Oui			
		Non			
8	Si oui, de quel type ?	Cours			
		Vidéo			
		En réel			
		Simulation			
9	Quelle est l'année de votre dernière formation ?				

3. Formation pratique

Type de geste			Ventilation au masque		Intubation		Cathéter intra-osseux		Massage cardiaque		
9	Combien de fois l'avez-vous vu réaliser ?	Entourez votre réponse	En réel	Simulé	En réel	Simulé	En réel	Simulé	En réel	Simulé	
			jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais
			1à5	1à5	1à5	1à5	1à2	1à2	1à2	1à2	1à2
			6à50	6à50	6à50	6à50	3à4	3à4	3à4	3à4	3à4
			+50	+50	+50	+50	+5	+5	+5	+5	+5
10	Combien de fois l'avez-vous vous-même réalisé ?	Entourez votre réponse	En réel	Simulé	En réel	Simulé	En réel	Simulé	En réel	Simulé	
			jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	
			1à5	1à5	1à5	1à5	1à2	1à2	1à2	1à2	
			6à50	6à50	6à50	6à50	3à4	3à4	3à4	3à4	
			+50	+50	+50	+50	+5	+5	+5	+5	
11	Pensez-vous maîtriser ce geste ?	Cotez de 0 (aucune maîtrise) à 10 (parfaite)									

Camille Faudeux /Audrey Dupont / Lisa Giovanini-Chami/Antoine Tran/ Amélie Gatín

	Scores RESCAPE-IO	Scores RESCAPE-BMV	Scores RESCAPE-IT	Scores RESCAPE-CM
Groupe étudiants	2,0 (2,0; 3,0)	0,0 (0,0; 1,0)	0,0 (0,0; 0,0)	2,0 (1,0; 5,0)
Groupe externes	4,5 (3,0; 6,0)	9,0 (7,0; 11,0)	1,0 (1,0; 3,0)	11,5 (7,0; 13,0)
Groupe internes	8,0 (6,0; 12,0)	12,0 (11,0; 14,0)	14,0 (13,0; 16,0)	15,5 (12,0; 16,0)
Groupe séniors	13,5 (8,0; 17,0)	14,5 (10,0; 16,0)	14,5 (12,0; 17,0)	12,0 (11,0; 15,0)
Groupe experts	15,0 (15,0; 16,0)	16,5 (16,0; 18,0)	19,0 (18,0; 20,0)	15,5 (13,0; 16,0)

Scores médians et leurs quantiles obtenus avec les grilles RESCAPE par chaque groupe de niveau pour chacun des quatre gestes d'urgence.

RESCAPE Tools : Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation

RESCAPE Tools :

Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation

Authors and collaborators :

Camille Faudeux, interne de pédiatrie dans les hôpitaux pédiatriques de Nice CHU-Lenval

Audrey DUPONT, hôpitaux pédiatriques de Nice CHU-Lenval

Antoine TRAN, hôpitaux pédiatriques de Nice CHU-Lenval

Etienne BERARD, hôpitaux pédiatriques de Nice CHU-Lenval

Isabelle MONTAUDIE, hôpitaux pédiatriques de Nice CHU-Lenval

Hervé HAAS, hôpitaux pédiatriques de Nice CHU-Lenval

Jean BREAUD, hôpitaux pédiatriques de Nice CHU-Lenval

Lisa GIOVANINNI-CHAMI, hôpitaux pédiatriques de Nice CHU-Lenval

Introduction

The use of simulation in the field of medicine has experienced a real boom in recent years thanks to its widened scope (technical skills, high-fidelity scenarios, complex consultations), the proliferation and perfection of simulation models, as well as the development of centres dedicated to simulation.

The educational benefits of simulation have been demonstrated in a number of fields. In regards to the learning of technical skills, a meta-analysis of 609 studies has demonstrated that the education of health professionals is more effective with simulation compared to education without such intervention (1).

In the field of paediatrics, several literature reviews have highlighted the educational benefits of simulation (2,3,4). While the advantages of learning technical skills in paediatrics with simulation has been widely described, there are relatively few articles concerning the validation of assessment tools. Developing this method of learning necessitates the existence of validated assessment tools, (2,5,6). Such tools would help assess student abilities (for instance, during end-of-course examinations or part of certification), or evaluate the effectiveness of simulation training (6), highlighting its positive points or understanding its limitations to compare it with another way of training.

For our study we selected four emergency skills used on children, representing the foundation of initial paediatric resuscitation: placing an intraosseous needle, mask ventilation, intubation and cardiac massage. Mastering these skills is indispensable for all paediatric medical staff, however the scarcity of critical real life situations can render training difficult. Simulation has therefore been widely adopted during recent years as a learning method for these skills.

Our aim was to create four RESCAPE (Resuscitation and Emergency Simulation Checklist for Assessment in Paediatrics) grids to evaluate i) the technical aspect of intraosseous needle insertion (RESCAPE-IO tool), mask ventilation (RESCAPE-BMV tool), intubation (RESCAPE-IT tool) and cardiac (heart) massage (RESCAPE-CM tool); ii) the reliability of our grids by comparing the scores given by two evaluators for the same performance; and iii) their validity by comparing the scores obtained in groups with different levels of expertise.

Material and methods

➤ **Designing the assessment grids**

Initial selection of each item for each assessment grids:

Each item selected to create the grid had to meet the following criteria:

- To have a true impact on the technical skill, i.e. cause a real risk of failure of the skill or potential complications if it was not fulfilled
- Be simple, clear and the most objective measure possible, not being open to interpretation
- Be able to be evaluated by an assessor standing next to the subject, without interfering in the participants's activities
- Be able to be evaluated by a single observer.

Different national and international recommendations (ERC 2010, RANP recommendations, SFAR recommendations, manufacturers recommendations of intraosseous infusion mechanical systems (EZ-IO de Vidacare), recommendations for the placement of a manual trocar (Cook needle for intraosseous infusion)) (7)-(10) served as a basis for the creation of our four grids. The drafting of the items was made by a paediatric intensivist.

For each tool several criteria were assessed.

- for the RESCAPE-IO tool: preparation of equipment, asepsis, insertion technique, verification of correct positioning and fixing of the device
- for the RESCAPE-BMV tool: Control of the upper airway, choice of equipment, positioning of the mask and delivery of effective ventilations.
- for the RESCAPE-IT tool: choice of equipment, adequate preparation for intubation, oral and naso-tracheal intubation, verification of the right position and fixing of the tube .
- for the RESCAPE-CM tool: general principles, cardiac massage in a child, cardiac massage in an infant.

Around twenty items were selected for each of the four grids (19 for RESCAPE-IO, 20 for RESCAPE – BMV and RESCAPE-IT, and 21 for RESCAPE-CM). The grids constructed were therefore short with the assessment needing to be carried out in the time necessary for completion of the skill, which was less than ten minutes for each grid.

RESCAPE Tools : Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation

Item scoring

We chose a binary rating of each item : 0 if item not or poorly done, 1 if correctly done. This scoring was chosen to limit the subjectivity caused by a more complex scale.

If the grid evaluates two methods for the same skill (for example manual and mechanical methods for the intraosseous needle insertion, or two fingers or two thumbs technique for cardiac massage), the item was considered as performed properly if this was the case for both methods.

Delphi modified methodology

A panel of 13 experts, paediatric intensivists or paediatric anesthesiologists, were contacted by e-mail.

Amongst the experts asked all agreed to participate in the study. The 13 experts belonged to two French University Hospitals: one in Nice and one in Nancy.

Modified Delphi methodology was used: each expert's opinion was collected on a numerical scale scored from 1 to 9. The item was retained when there was a high level of agreement, determined by a median score of 7 or above or if more than 80% of the experts scored the item as 7 or more.

➤ **Population**

This study was conducted in the Paediatric Hospital in Nice-CHU Lénvial from September 2013 to August 2014.

Thirty people were asked to participate in the study via e-mail. All those asked agreed to join the study. None of the participants belonged to the expert panel contributing to the Delphi methodology used to create the grids.

We created five subgroups at different levels of expertise: 6 students in the 2nd year of medical school (group « students 1 »), 6 students in the 5th year of study (group « students 2 »), 6 paediatric residents (group« residents »), 6 paediatricians but not experts (group « paediatricians »), and 6 paediatric anaesthetists or intensivists (group « experts »).

Each participant filled in a questionnaire concerning their socio-demographic characteristics, position in medical training and technical experience regarding the emergency skills : number and type of skills performed in children (neonatology excluded).

The participants were informed of the objectives of the study. They were clearly informed that our evaluation focused not on the individuals but the grid itself. Participants did not have access to the results, whether theirs or their colleagues.

RESCAPE Tools : Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation

➤ **Assessment of performances using the grids.**

Medical students and doctors carried out the four emergency paediatric technical skills in succession on a paediatric low-fidelity mannequin. No prerequisite knowledge was necessary and no specific course was given before the simulated scenario. During the scenario subjects had at their disposal the usual equipment present in a paediatric emergency trolley. They received simple instructions on the skills to perform, but no other instructions were given.

As an example the following instructions were given for mask ventilation:

« You must demonstrate management of the airway: Support the airway using two techniques and then place an oro-pharyngeal airway, then ventilate with the self-inflating bag on this mannequin representing a 8 year old child who is unconscious and has stopped breathing, and then on this 3 month old infant ».

The equipment available included all sizes of self-inflating bags, masks and Guedel airways; an oxygen bottle (not connected to the self-inflating bag); several sizes of suction catheters and a suction device.

The two mannequins used were the Laerdal Resusci Baby First Aid and the Resusci Junior Basic.

Each scenario was scored using our RESCAPE grids, by two raters, one live and the other on a video-recording ; the interobserver reliability was evaluated for each item of our four grids.

To study the validity of the RESCAPE grids, we accepted that the more a participant had been trained to perform a skill, the more they became competent. We compared the median of the scores obtained by the different groups at each level.

➤ **Statistical methods**

For the analysis of socio-demographic data, the quantitative data (age, number of years of medical training) are expressed in medians and quantiles. Comparison of medians is assessed using the test of Wilcoxon and the Kruskal Wallis test after checking the absence of normality by using the Shapirowilk test. The level of experience in each skill is expressed using binary variables, and the significance of the difference between the groups was sought by the Chi-squared test (or the Fisher exact test where numbers were lower than 5).

The reliability of our grids has been controlled by studying the interobserver reliability: we compared the scores obtained for the same scenario given by two assessors, one live and one after a video-tape

RESCAPE Tools : Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation

review, using the kappa coefficient of Cohen for the items of each grid, and the correlation coefficient of Pearson following Bland and Altman methods for scores.

The study of the validity of our grid consisted of comparison of the scores obtained by groups at different levels, all adjusted to score out of twenty.

Quantitative data (scores for each group) are expressed in medians and quantiles.

We searched for a significant difference between the median of the scores in the different groups for each skill using the Kruskal Wallis test after checking the absence of normality by using the Shapirowilk test, and then checked the trend for increasing scores with increased experience with the calculation of the Spearman coefficient.

The p significance threshold is set at 0.05. Statistical analysis is performed using the SASv9.0 software.

Results

➤ **Validity of grid design**

Changes to the grids were made on the basis of the marks given to each item and the free text comments of the experts, using a modified Delphi process.

All originally chosen items were selected by this method, but some changes to the wording were made.

➤ **Socio-demographic characteristics of the population**

The characteristics of the subjects (age, sex, number of years in practice) are presented in Table 1. There was a significant increase in the age of the subjects and their numbers of years in medicine according to their level of expertise ($p < 0,001$). There was no significant difference in numbers of the male and females between the different groups.

Training and experience of the subjects in the four skills

Placing an intraosseous needle

Data concerning the training and experience of the participants in the task «placing an intra-osseous needle» are presented in table 2. The theoretical training is more important for higher level groups.

RESCAPE Tools : Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation

Those with more experience did not have more recent training than those less experienced. Regarding previous experience, 5 of the 6 experts said they had already seen and already performed the insertion of an intraosseous needle. None of the participants in the student1, student2 or resident groups had performed this skill before. The paediatrician group's experience was varied with 0 to more than 5 having performed the skill previously.

Mask ventilation

Concerning the mask ventilation, data about training and experience of the participants is presented in table 3. Students1 had not received any training, and had no experience of mask ventilation in real situations, while all the experts said they had already received training in this task and had seen and performed the skill.

Half of the students2 had been trained, but none had seen or performed this skill in a real patient. Residents had all been recently trained in this skill, but only three of them had already performed it. The paediatricians training was less important than that of the residents, with their actual experience of performing the skill being more significant.

Endotracheal intubation

With regards to endotracheal intubation, the level of theoretical training was significantly different between groups ($p < 0.001$), with an increase in the number of participants who received training in the higher level groups. With a higher level of expertise there was also an increase in the number of participants who had attended or performed endotracheal intubation ($p < 0.001$). The data is shown in Table 4.

Cardiac massage

For cardiac massage, it was noted that all participants in all groups had already benefited from theoretical training, and that unlike other skills, 3 out of 6 students1 had already received practical training.

For this skill theoretical and simulated training was not more prevalent in the higher level groups. Furthermore, for subjects who had received training, the median time from the last training was shorter for students1 (1 year), students2 (3 years) and residents (0.5 years). In the paediatrician and expert groups it was 18 and 2 years respectively.

RESCAPE Tools : Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation

None of the residents or students² had real life experience whereas half of the paediatricians and 4 of the experts had performed it more than 5 times.

➤ **Study of reliability**

Comparison of the scores of each item, as given by two observers, could not be made for all 30 assessments in each skill due to technical reasons. The kappa coefficient represents the level of agreement with each item and is indicated in Table 6.

For the RESCAPE-IO grid, comparison of the scores for each item was possible in 25 assessments. The Cohen's kappa coefficient is equal to 1 (perfect agreement) for 13 items out of 19 on the grid, between 0.8 and 1 (almost perfect agreement) for 2 items, and between 0.6 and 0.8 for 3 items (strong agreement) and only one item gets a kappa 0.16, which is a very weak agreement.

For the RESCAPE-BMV grid, comparison of scores for each item was conducted on 14 assessments. The Cohen's kappa coefficient is equal to 1 (perfect agreement) for 12 items out of 20. The agreement is almost perfect for 4 items, strong for 1 item, and moderate for 3 items.

For the RESCAPE-CM grid, 14 performances could be scored by two assessors. The agreement is perfect or almost perfect for 16 items, strong for four items and moderate for 1 item.

In total, for the 4 grids, the agreement found between the two assessors is perfect or almost perfect for 82.5% of items, strong for 11.25%, moderate for 5% and only one item gets a very low level of agreement.

➤ **Testing for statistical significance**

RESCAPE-IO (placement of an intraosseous needle)

The median of the scores obtained with the RESCAPE-IO grid (recorded out of 19 and adjusted to 20 for the graphic representation), were significantly different between the five groups ($p= 0.0002$) with an increase in the median of the scores based on the experience of the group ($p<0.0001$). The median obtained for the five groups with their quantiles are represented in chart 1.

RESCAPE Tools : Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation

RESCAPE-BMV (mask ventilation)

For the RESCAPE-BMV grid, the scores rated out of 20 were significantly different among the five groups ($p=0.0002$), with an increase in the score depending on the level of experience ($p<0.0001$). The medians and quantiles of the scores are represented in chart 1 for the five groups.

RESCAPE-IT (endotracheal intubation)

For the RESCAPE-IT grid, scores were significantly different in the five groups ($p<0.0001$). The medians for each group and their quantiles are represented in chart 1.

RESCAPE-CM (cardiac massage)

The scores obtained by the RESCAPE-CM grid differed significantly in the five groups ($p<0.037$), with an increase of the score obtained on the basis of the experience of the subject ($p<0.0002$). The medians of the scores obtained by each group with their quantiles are represented in chart 1.

Discussion

We wanted to create validated tools enabling the assessment of emergency technical skills in children during simulation training. Some tools are available in the literature, but do not match our expectations. Most of these tools are for adults (11,12) or the neonatal resuscitation specifically (13,14), or do not even concern the technical skill itself, but is used in the context of global management of a complex situation (13,15,16). Other papers solely study the reliability without mentioning the validity of their tool (17). A grid described by Oriot in 2012 concerning the placement of an intraosseous needle (18) may correspond to our RESCAPE-IO grid, but its study of validity considered groups with very little variation in skill level to discriminate between.

➤ **Discussion on methodology**

RESCAPE grids

The creation of our RESCAPE grids was carried out in several stages, allowing us to ensure the validity of the design of our tools. The initial selection of items was carried out by a medical expert, relying on internationally recognized recommendations, then each item was validated by a panel of 13 experts bicentrally using the modified Delphi process. The advantages of this method are

RESCAPE Tools : Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation

numerous: anonymity, avoiding a bias in opinions, the possibility for experts to be geographically distant, and the low cost.

In order to create a simple tool to use, we preferred to keep the same rating for each item (0 or 1). This lack of different weighting of items may suggest that more significant elements of the skill were not adequately represented. To overcome this problem, we preferred to further subdivide any major elements into multiple items. The positioning of the mask for ventilation corresponds to 5 items, since it is considered a key element to the success of manual ventilation. Conversely, there is only 1 item in the IO grid assessing the infection control measures when placing an intraosseous needle: hand-washing, mask and gloves are gathered in a single item.

Population

Our population consists of participants belonging strictly to the medical field (doctors and medical students). This is an advantage if one considers that in some studies the medical and paramedical populations are studied without distinction of their differences [14], increasing the number of subjects but creating significant heterogeneity of the study population and making it difficult to extrapolate a subgroup of the population.

As a result of this our tools will only apply to a population composed of medical students and doctors, extrapolation to other health professions does not seem desirable.

We wanted to create five groups by level of experience, for this, we have chosen to take doctors and medical students at a different stages of their training: students, externs and paediatric internes, paediatricians, and paediatric anaesthetists or intensivists. We took care in making them complete a questionnaire on their training and experience in all four skills, which allowed us to verify the differences in existing experience between the groups and according to their progress in the training.

A limitation of our study is the small number of participants assessed by our grids: only 6 participants per group, 30 in total, which is still a relatively small number. The homogenous character of the participants is also a limitation of our study.

Study of reliability

In this work, we decided to study the interobserver reliability. The reproducibility of the score given by different assessors for the same performance seems to us essential to confirm the quality of an assessment tool. One limitation of our study is that the degree of agreement has been studied by comparing the scores of only two assessors.

Study of validity

To study validity, we chose to compare five groups at different levels. A strength of our study is that our groups had very different levels of experience. To our knowledge, there has never been a comparison between students, externes, internes, senior doctors and expert doctors to validate an evaluation tool in paediatric emergency skills. In several articles dealing with assessment grid validation using similar themes the authors concluded that it was important to create groups of with more discriminating skill levels [13,19,20] .

➤ Discussion of results

Our grids are generally very reliable, with a degree of agreement between assessors being perfect or nearly perfect in over 82% of the items. Only one item on the set of 80 items on the four grids got a very low degree of agreement. This is item 11 of the grid-IO RESCAPE: EZ Driver drill operated without loss of pressure and strength. This discrepancy can be explained by the fact that this item is too subjective, and particularly difficult to evaluate on a video playback, and was never verbalised as an element of the skill when describing their actions. The good results concerning the reliability of our grids can be explained by the care taken in drafting the items to make them as clear as possible, and the simplicity of the scoring (binary). These figures reinforce to us the fact that, unlike other tools available, no prior training of assessors is required to use our grids.

Regarding the study of reliability, we were not able, for logistical reasons, to video record all of the performances: only 59% of the performances could be seen by a second assessor (either for reasons of availability of video equipment, incompatible equipment to replay the film later or inadequate framing or audio recording).

RESCAPE Tools : Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation

Regarding the study of the validity of our grids, our results show an increase in the score obtained depending on the level of expertise. Median scores were significantly different for all four tools, with a strong correlation between the level of expertise and the scores on the grids. These positive results support the fact that our grids have been properly designed, and actually allow it to be a discriminating tool when assessing participants.

Conclusion

Our four RESCAPE assessment grids evaluating the placement of an intraosseous needle, mask ventilation, endotracheal intubation and cardiac massage in children, are reliable and valid tools that can be used to evaluate medical simulation courses, or the assessment of paediatric resuscitation skills in medical students and doctors.

Other studies may be interested in creating new tools to assess the performance of other skills.

RESCAPE Tools : Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation

	6 Students1	6 Students2	6 Residents	6 Paediatricians	6 Experts	p
Gender	3F/3M	3F/3M	6F	4F/2M	2F/4M	0.198
Median age (Q1;Q3)	19 (19;19)	24 (23;24)	28.5 (28;29)	40 (37;48)	42 (35;52)	<0.0001
Years of medicine (median, Q1;Q3)	1 (1;1)	5 (5;5)	10 (9;10)	19 (17;23)	24.5 (16;35)	<0.0001

Table 1: Socio-demographic data about the subjects

	6 Students1	6 Students2	6 Residents	6 Paediatricians	6 Experts	p	
Theoretical training	0/6	2/6	3/6	4/6	5/6	< 0.001	
Simulation training	0/6	0/6	3/6	2/6	4/6	< 0.001	
Last training : median period in years (Q1;Q3)	NA	3 (3;3)	1 (0;1)	7.5 (3;12)	1 (1;3)		
Last training : mean period in years \pm SD	NA	3 \pm 0	0.7 \pm 0.6	7.5 \pm 6.2	4 \pm 6.2	0.364	
How many times did you see it ?	never	6/6	6/6	4/6	2/6	1/6	< 0.001
	1 to 2	0	0	2/6	4/6	1/6	
	3 to 4	0	0	0	0	1/6	
	\geq 5	0	0	0	0	3/6	
How many times did you do it ?	jamais	6/6	6/6	6/6	1/6	1/6	< 0.001
	1 to 2	0	0	0	3/6	1/6	
	3 to 4	0	0	0	1/6	0	
	\geq 5	0	0	0	1/6	4/6	

Table 2: Training and experience for the placement of an intraosseous needle for the five groups by level (NA = no applicable).

	6 Students1	6 Students2	6 Residents	6 Paediatricians	6 Experts	p	
Theoretical training	0/6	3/6	6/6	3/6	6/6	<0.001	
Simulation training	0/6	3/6	6/6	1/6	5/6	<0.001	
Last training : median period in years (Q1;Q3)	NA	3 (3;3)	0.5 (0;1)	11 (0;13)	2 (1;8)		
Last training : mean period in years \pm SD	NA	3 \pm 0	0.5 \pm 0.5	8 \pm 7	4.7 \pm 5.8	0.13	
How many times did you see it ?	never	6/6	6/6	3/6	0	0	< 0.001
	1 to 5	0	0	2/6	3/6	0	
	6 to 50	0	0	0	3/6	0	
	\geq 50	0	0	1/6	0	6/6	
How many times did you do it ?	never	6/6	6/6	3/6	0	0	< 0.001
	1 to 5	0	0	3/6	1/6	0	
	6 to 50	0	0	0	3/6	1/5	
	\geq 50	0	0	0	2/6	5/6	

Table 3: Training and experience in mask ventilation for the 5 group levels

RESCAPE Tools : Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation

	6 Students 1	6 Students 2	6 Residents	6 Paediatricians	6 Experts	p
Theoretical training	0/6	0/6	4/6	4/6	6/6	< 0.001
Simulation training	0/6	0/6	3/6	3/6	5/6	0.006
Last training : median period in years (Q1;Q3)	NA	NA	0.5 (0;1)	12 (5.5;14.5)	2 (1;8)	
Last training : mean period in years \pm SD	NA	NA	0.5 \pm 0.6	10 \pm 7	4.7 \pm 5.8	0.168
How many times did you see it ?	never	6/6	6/6	4/6	0	< 0.001
	1 to 5	0	0	2/6	2/6	
	6 to 50	0	0	0	4/6	
	\geq 50	0	0	0	5/6	
How many times did you do it ?	never	6/6	6/6	6/6	1/6	< 0.001
	1 to 5	0	0	0/6	1/6	
	6 to 50	0	0	0	3/6	
	\geq 50	0	0	0	1/6	

Table 4: Training and experience of mask ventilation for the 5 group levels

	6 Students 1	6 Students 2	6 Residents	6 Paediatricians	6 Experts	p
Theoretical training	3/6	6/6	6/6	4/6	6/6	0.055
Simulation training	3/6	6/6	6/6	3/6	1/6	0.008
Last training : median period in years (Q1;Q3)	1 (1;1)	3 (3;3)	0.5 (0;1)	18 (6.5;28)	2.0 (1;8)	
Last training : mean period in years \pm SD	1 \pm 0	2.8 \pm 0.4	0.5 \pm 0.5	17.3 \pm 14.1	4.7 \pm 5.8	0.04
How many times did you see it ?	never	6/6	6/6	3/6	0	< 0.001
	1 to 2	0	0	3/6	1/6	
	3 to 4	0	0	0	3/6	
	\geq 5	0	0	0	2/6	
How many times did you do it ?	never	6/6	6/6	5/6	1/6	< 0.001
	1 to 2	0	0	1/6	1/6	
	3 to 4	0	0	0	1/6	
	\geq 5	0	0	0	3/6	

Table 5: Training and experience in cardiac massage for the 5 group levels

RESCAPE Tools : Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation

	K	IC95% inf	IC95% sup		K	IC95% % inf	IC95% %sup		K	IC95% inf	IC95% sup		K	IC95% inf	IC95% sup
IO 1	1	1	1	BMV1	1	1	1	IT 1	1	1	1	HM 1	1	1	1
IO 2	1	1	1	BMV2	0,86	0,59	1	IT 2	1	1	1	HM 2	0,69	0,29	1
IO 3	1	1	1	BMV3	0,44	-0,2	1	IT 3	1	1	1	HM 3	1	1	1
IO 4	1	1	1	BMV4	0,44	-0,2	1	IT 4	0,91	0,74	1	HM 4	1	1	1
IO 5	1	1	1	BMV5	1	1	1	IT 5	1	1	1	HM 5	1	1	1
IO 6	1	1	1	BMV6	1	1	1	IT 6	0,91	0,74	1	HM 6	0,66	0,25	1
IO 7	0,73	0,45	1	BMV7	1	1	1	IT 7	0,81	0,55	1	HM 7	0,86	0,59	1
IO 8	1	1	1	BMV8	1	1	1	IT 8	0,91	0,72	1	HM 8	0,84	0,53	1
IO 9	1	1	1	BMV9	0,86	0,59	1	IT 9	0,9	0,71	1	HM 9	0,86	0,59	1
IO 10	1	1	1	BMV10	1	1	1	IT 10	1	1	1	HM 10	0,69	0,29	1
IO 11	0,16	-0,16	0,49	BMV11	1	1	1	IT 11	0,81	0,57	1	HM 11	0,69	0,29	1
IO 12	0,92	0,77	1	BMV12	1	1	1	IT 12	1	1	1	HM 12	0,47	0,1	0,84
IO 13	1	1	1	BMV13	1	1	1	IT 13	1	1	1	HM 13	0,81	0,46	1
IO 14	1	1	1	BMV14	0,86	0,59	1	IT 14	1	1	1	HM 14	1	1	1
IO 15	1	1	1	BMV15	1	1	1	IT 15	1	1	1	HM 15	0,84	0,53	1
IO 16	0,92	0,77	1	BMV16	0,73	0,32	1	IT 16	1	1	1	HM 16	0,84	0,53	1
IO 17	0,75	0,43	1	BMV17	1	1	1	IT 17	1	1	1	HM 17	1	1	1
IO 18	1	1	1	BMV18	0,86	0,59	1	IT 18	1	1	1	HM 18	1	1	1
IO 19	0,65	0,1	1	BMV19	1	1	1	IT 19	1	1	1	HM 19	1	1	1
				BMV20	0,57	0,15	1	IT 20	0,71	0,41	1	HM 20	1	1	1
												HM 21	1	1	1

Table 6: Kappa coefficient of Cohen for each item of the four grids

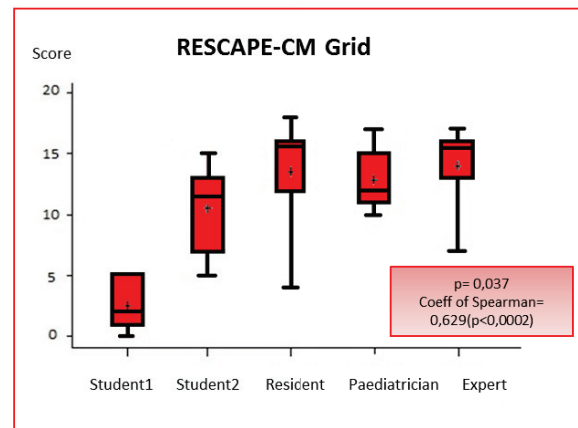
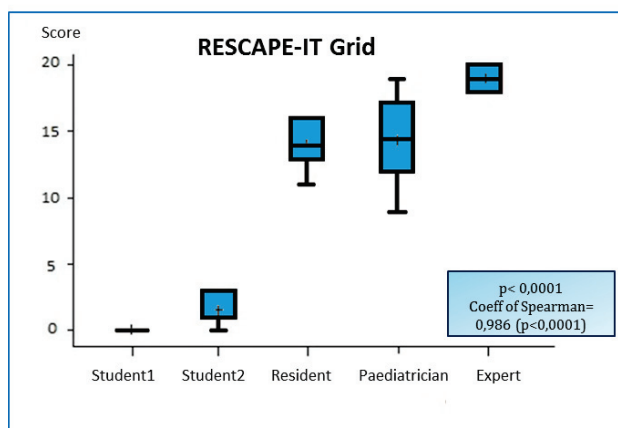
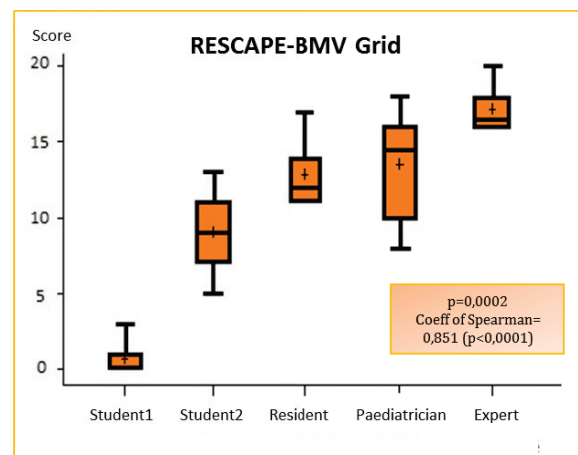
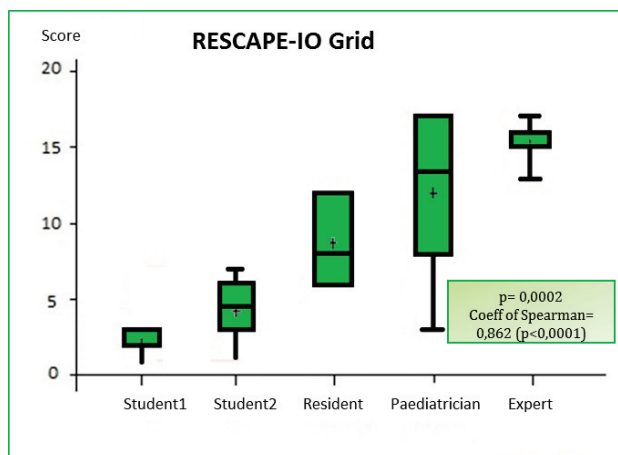


Chart 1 Medians and Quantiles of the scores obtained by RESCAPE grids according to the level of expertise of the five groups.

RESCAPE Tools : Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation

References of the article :

- [1] D. A. Cook, R. Hatala, R. Brydges, B. Zendejas, J. H. Szostek, A. T. Wang, P. J. Erwin, and S. J. Hamstra, "Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis," *JAMA*, vol. 306, no. 9, pp. 978–988, Sep. 2011.
- [2] D. M. Mills, D. C. Williams, and J. V. Dobson, "Simulation training as a mechanism for procedural and resuscitation education for pediatric residents: a systematic review," *Hosp. Pediatr.*, vol. 3, no. 2, pp. 167–176, Apr. 2013.
- [3] A. Cheng, T. R. Lang, S. R. Starr, M. Pusic, and D. A. Cook, "Technology-Enhanced Simulation and Pediatric Education: A Meta-analysis," *Pediatrics*, vol. 133, no. 5, pp. e1313–e1323, May 2014.
- [4] L. P. Mileder, B. Urlsberger, E. G. Szyld, C. C. Roehr, and G. M. Schmölzer, "Simulation-based neonatal and infant resuscitation teaching: a systematic review of randomized controlled trials," *Klin. Pädiatr.*, vol. 226, no. 5, pp. 259–267, Sep. 2014.
- [5] D. Oriot, A. Boureau-Voultoury, A. Ghazali, C. Brèque, and M. Scépi, "Intérêt de la simulation en pédiatrie," *Arch. Pédiatrie*, vol. 20, no. 6, pp. 667–672, Jun. 2013.
- [6] E. R. Weinberg, M. A. Auerbach, and N. B. Shah, "The use of simulation for pediatric training and assessment," *Curr. Opin. Pediatr.*, vol. 21, no. 3, pp. 282–287, Jun. 2009.
- [7] "Prise en charge des voies aériennes en pédiatrie - I. Constant - Service d'anesthésie, hôpital Armand Trousseau, 26 rue du Docteur Arnold Netter, 75012 Paris, France Conférences d'actualisation 2002, p. 479-499. © Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et Sfar. Tous droits réservés." 2002.
- [8] D. Biarent, R. Bingham, C. Eich, J. López-Herce, I. Maconochie, A. Rodríguez-Núñez, T. Rajka, and D. Zideman, "European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 6. Paediatric life support," *Resuscitation*, vol. 81, no. 10, pp. 1364–1388, Oct. 2010.
- [9] "EZ-IO by Vidacare - système d'infusion intra-osseuse - Instructions d'utilisation." Jan-2006.
- [10] "Recommandations pour placement du trocart manuel - aiguille pour perfusion intra-osseuse de Cook." .
- [11] R. T. Brennan, A. Braslow, A. M. Batcheller, and W. Kaye, "A reliable and valid method for evaluating cardiopulmonary resuscitation training outcomes," *Resuscitation*, vol. 32, no. 2, pp. 85–93, Sep. 1996.
- [12] P. D. Donnelly, C. A. Lester, C. L. Morgan, and D. Assar, "Evaluating CPR performance in basic life support: the VIDRAP protocol," *Resuscitation*, vol. 36, no. 1, pp. 51–57, Jan. 1998.
- [13] P. A. van der Heide, L. van Toledo-Eppinga, M. van der Heide, and J. H. van der Lee, "Assessment of neonatal resuscitation skills: A reliable and valid scoring system," *Resuscitation*, vol. 71, no. 2, pp. 212–221, Nov. 2006.
- [14] J. Lockyer, N. Singhal, H. Fidler, G. Weiner, K. Aziz, and V. Curran, "The development and testing of a performance checklist to assess neonatal resuscitation megacode skill," *Pediatrics*, vol. 118, no. 6, pp. e1739–1744, Dec. 2006.
- [15] J. Reid, K. Stone, J. Brown, D. Caglar, A. Kobayashi, M. Lewis-Newby, R. Partridge, K. Seidel, and L. Quan, "The Simulation Team Assessment Tool (STAT): development, reliability and validation," *Resuscitation*, vol. 83, no. 7, pp. 879–886, Jul. 2012.

RESCAPE Tools : Validation of assessment tools for emergency technical skills in paediatric simulation

- [16] M. B. Brett-Fleegler, R. J. Vinci, D. L. Weiner, S. K. Harris, M.-C. Shih, and M. E. Kleinman, "A simulator-based tool that assesses pediatric resident resuscitation competency," *Pediatrics*, vol. 121, no. 3, pp. e597–603, Mar. 2008.
- [17] L. Quan, R. P. Shugerman, N. C. Kunkel, and C. J. Brownlee, "Evaluation of resuscitation skills in new residents before and after pediatric advanced life support course," *Pediatrics*, vol. 108, no. 6, p. E110, Dec. 2001.
- [18] D. Oriot, E. Darrieux, A. Boureau-Voultoury, S. Ragot, and M. Scépi, "Validation of a performance assessment scale for simulated intraosseous access," *Simul. Healthc. J. Soc. Simul. Healthc.*, vol. 7, no. 3, pp. 171–175, Jun. 2012.
- [19] J. B. House, S. Dooley-Hash, T. Kowalenko, A. Sikavitsas, D. M. Seeyave, J. G. Younger, S. J. Hamstra, and M. M. Nypaver, "Prospective comparison of live evaluation and video review in the evaluation of operator performance in a pediatric emergency airway simulation," *J. Grad. Med. Educ.*, vol. 4, no. 3, pp. 312–316, Sep. 2012.
- [20] K. Berg, L. A. Riesenber, D. Berg, A. Schaeffer, J. Davis, E. M. Justice, G. Tinkoff, and E. Jasper, "The development of a validated checklist for radial arterial line placement: preliminary results," *Am. J. Med. Qual. Off. J. Am. Coll. Med. Qual.*, vol. 29, no. 3, pp. 242–246, Jun. 2014.

RÉFÉRENCES

1. Abrahamson S et al. Effectiveness of a simulator in training anesthesiology residents. 1969. *Qual Saf Health Care*. 2004 Oct;13(5):395–7.
2. Aubert B et al. Impact d'un apprentissage préalable par simulation sur la performance des étudiants en médecine à la mise en place de voie veineuse périphérique sur patient : étude prospective randomisée. *Ann Fr Anesth Réanimation*. 2014 Sep;33:A294.
3. Audibert G, Varoqui C. Créer un laboratoire d'enseignement par simulation en médecine d'urgence et en anesthésie-réanimation : Objectifs et Contraintes. Mémoire de Diplôme Inter Universitaire de Pédagogie Médicale. 2008 Oct.
4. Barrows HS. An overview of the uses of standardized patients for teaching and evaluating clinical skills. AAMC. *Acad Med J Assoc Am Med Coll*. 1993 Jun;68(6):443–51; discussion 451–3.
5. Bartram 1994. "Fidélité et validité." *Les tests, mode d'emploi : Guide pratique de psychométrie*. Les Editions du Centre de Psychologie Appliquée; 1994. p. 180.
6. Béguin P et al. La simulation en ergonomie: Connaître, agir et interagir. Octares; 1997. 136 p.
7. Bernaud J-L. Les méthodes d'évaluation de la personnalité. Paris: Dunod; 1998.
8. Beydon L et al. La simulation en anesthésie réanimation : profil et point de vue des centres français – une enquête du Collège français des anesthésistes réanimateurs. *Ann Fr Anesth Réanimation*. 2010 Nov;29(11):782–6.
9. Biarent D et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation*. 2010 Oct;81(10):1364–88.
10. Boet S et al. La simulation en santé: De la théorie à la pratique. Springer Science & Business Media; 2013. 439 p.
11. Boet S et al. La simulation en santé en Amérique du Nord : état actuel et évolution après deux décennies. *Ann Fr Anesth Réanimation*. 2014 May;33(5):353–7.
12. Boulet JR. Summative assessment in medicine: the promise of simulation for high-stakes evaluation. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. 2008 Nov;15(11):1017–24.
13. Boulet JR, Murray DJ. Simulation-based assessment in anesthesiology: requirements for practical implementation. *Anesthesiology*. 2010 Apr;112(4):1041–52.
14. Brennan RT et al. A reliable and valid method for evaluating cardiopulmonary resuscitation training outcomes. *Resuscitation*. 1996 Sep;32(2):85–93.
15. Bressan F et al. Medical simulation in anesthesiology training. *Minerva Anesthesiol*. 2007 Feb;73(1-2):1–11.
16. Brett-Fleegler MB et al. A simulator-based tool that assesses pediatric resident resuscitation competency. *Pediatrics*. 2008 Mar;121(3):e597–603.
17. Bullough VL, Sentz L. American nursing: a biographical dictionary. Garland; 1992. 456 p.

18. Cardinet J, Tourneur Y. Assurer la mesure, guide pour les études de généralisabilité. Peter Lang. Berne; 1985.
19. Chandra DB et al. Fiberoptic oral intubation: the effect of model fidelity on training for transfer to patient care. *Anesthesiology*. 2008 Dec;109(6):1007–13.
20. Cheng A et al. Technology-Enhanced Simulation and Pediatric Education: A Meta-analysis. *Pediatrics*. 2014 May;133(5):e1313–23.
21. Cheng A et al. Debriefing for technology-enhanced simulation: a systematic review and meta-analysis. *Med Educ*. 2014 Jul;48(7):657–66.
22. Collectif. Le Petit Robert. NATHAN; 2011. 13556 p.
23. Collongues L. Pneumoscope du Dr Collongues ou mannequin d'auscultation pour l'instruction des étudiants en médecine. Collin; 13 p.
24. Committee on Quality of Health Care in America et al. To Err Is Human: Building a Safer Health System. Washington, D.C.: National Academies Press; 2000. 312 p.
25. Cook DA et al. Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2011 Sep 7;306(9):978–88.
26. Cooper J, Taqueti V. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Qual Saf Health Care*. 2004 Oct;13(Suppl 1):i11–8.
27. Coudray A-MLB du. Abrégé de l'art des accouchements: dans lequel on donne les préceptes nécessaires pour le mettre heureusement en pratique. chez Théophile Barrois, le jeune; 1785. 290 p.
28. Daelmans HEM et al. Effectiveness of clinical rotations as a learning environment for achieving competences. *Med Teach*. 2004 Jun;26(4):305–12.
29. Dawe SR et al. Systematic review of skills transfer after surgical simulation-based training. *Br J Surg*. 2014 Aug;101(9):1063–76.
30. Donnelly PD et al. Evaluating CPR performance in basic life support:: the VIDRAP protocol. *Resuscitation*. 1998 Jan;36(1):51–7.
31. Eppich WJ et al. Emergency and critical care pediatrics: use of medical simulation for training in acute pediatric emergencies. *Curr Opin Pediatr*. 2006 Jun;18(3):266–71.
32. Falissard B. Mesurer la subjectivité en santé: Perspective méthodologique et statistique. Elsevier Masson; 2008. 132 p.
33. Gelbart NR. The King's Midwife: A History and Mystery of Madame Du Coudray. University of California Press; 1998. 364 p.
34. Gilfoyle E et al. Development of a leadership skills workshop in paediatric advanced resuscitation. *Med Teach*. 2007 Nov;29(9):e276–83.
35. Hartmann G. Les moteurs et avions ANTOINETTE [Internet]. Available from: http://www.hydroretro.net/etudegh/les_moteurs_et_avionnes_antoinette.pdf

36. Haute Autorité de Santé (HAS). Développement Professionnel Continu et Simulation en santé -Fiche technique méthode [Internet]. Evaluation et amélioration des pratiques; 2012. Available from: http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2013-01/simulation_en_sante_fiche_technique.pdf
37. Haute autorité en santé (HAS). Rapport de mission : Etat de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé - Dans le cadre du développement professionnel continu (DPC) et de la prévention des risques associés aux soins [Internet]. 2012 Jan. Available from: http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2012-01/simulation_en_sante_-_rapport.pdf
38. Van der Heide PA et al. Assessment of neonatal resuscitation skills: A reliable and valid scoring system. *Resuscitation*. 2006 Nov;71(2):212–21.
39. Herrmann EK. Remembering Mrs. Chase. Before there were Smart Hospitals and Sim-Men, there was “Mrs. Chase.” *Imprint*. 2008 Mar;55(2):52–5.
40. House JB et al. Prospective comparison of live evaluation and video review in the evaluation of operator performance in a pediatric emergency airway simulation. *J Grad Med Educ*. 2012 Sep;4(3):312–6.
41. Issenberg SB et al. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach*. 2005 Jan;27(1):10–28.
42. Kassebaum DG, Eaglen RH. Shortcomings in the evaluation of students' clinical skills and behaviors in medical school. *Acad Med J Assoc Am Med Coll*. 1999 Jul;74(7):842–9.
43. Kline P. An Easy Guide to Factor Analysis. Psychology Press; 1994. 210 p.
44. Kurrek MM, Fish KJ. Anaesthesia crisis resource management training: an intimidating concept, a rewarding experience. *Can J Anaesth J Can Anesth*. 1996 May;43(5 Pt 1):430–4.
45. Lassalle V et al. Enquête européenne sur la pratique de la simulation médicale pédiatrique. *Ann Fr Anesth Réanimation*. 2009 Jul;28(7-8):628–33.
46. Laveault D, Grégoire J. Introduction aux théories des tests: En psychologie et en sciences de l'éducation. De Boeck Supérieur; 2002. 388 p.
47. Lockyer J et al. The development and testing of a performance checklist to assess neonatal resuscitation megacode skill. *Pediatrics*. 2006 Dec;118(6):e1739–44.
48. Marck B. Histoire de l'aviation. Flammarion; 1997. 606 p.
49. Messick S. Validity. *Educational Measurement*. New York: Macmillan (3rd ed.); 1989. p. 13–103.
50. Mileder LP et al. Simulation-based neonatal and infant resuscitation teaching: a systematic review of randomized controlled trials. *Klin Pädiatr*. 2014 Sep;226(5):259–67.

51. Miller GE. The assessment of clinical skills/competence/performance. *Acad Med J Assoc Am Med Coll*. 1990 Sep;65(9 Suppl):S63–7.
52. Mills DM et al. Simulation training as a mechanism for procedural and resuscitation education for pediatric residents: a systematic review. *Hosp Pediatr*. 2013 Apr;3(2):167–76.
53. Mills DM et al. High-fidelity simulation enhances pediatric residents' retention, knowledge, procedural proficiency, group resuscitation performance, and experience in pediatric resuscitation. *Hosp Pediatr*. 2013 Jul;3(3):266–75.
54. Mokkink LB et al. The COSMIN checklist for assessing the methodological quality of studies on measurement properties of health status measurement instruments: an international Delphi study. *Qual Life Res Int J Qual Life Asp Treat Care Rehabil*. 2010 May;19(4):539–49.
55. Nehring WM, Lashley FR. High-Fidelity Patient Simulation in Nursing Education. Jones & Bartlett Publishers; 2010. 472 p.
56. Neily J et al. Association between implementation of a medical team training program and surgical mortality. *JAMA*. 2010 Oct 20;304(15):1693–700.
57. Okuda Y et al. The utility of simulation in medical education: what is the evidence? *Mt Sinai J Med N Y*. 2009 Aug;76(4):330–43.
58. Oriot D et al. Validation of a performance assessment scale for simulated intraosseous access. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2012 Jun;7(3):171–5.
59. Oriot D et al. Intérêt de la simulation en pédiatrie. *Arch Pédiatrie*. 2013 juin;20(6):667–72.
60. Overly FL et al. High-fidelity medical simulation as an assessment tool for pediatric residents' airway management skills. *Pediatr Emerg Care*. 2007 Jan;23(1):11–5.
61. Owen H. Early use of simulation in medical education. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2012 Apr;7(2):102–16.
62. Paige JT et al. Debriefing 101: training faculty to promote learning in simulation-based training. *Am J Surg*. 2015 Jan;209(1):126–31.
63. Passiment M et al. Medical Simulation in Medical Education : Results of an AAMC Survey [Internet]. Association of American Medical Colleges (AAMC); 2011. Available from: <https://www.aamc.org/download/259760/data>
64. Quan L et al. Evaluation of resuscitation skills in new residents before and after pediatric advanced life support course. *Pediatrics*. 2001 Dec;108(6):E110.
65. Reid J et al. The Simulation Team Assessment Tool (STAT): development, reliability and validation. *Resuscitation*. 2012 Jul;83(7):879–86.
66. Remmen R et al. An evaluation study of the didactic quality of clerkships. *Med Educ*. 2000 Jun;34(6):460–4.

67. Rolfe JM, Staples KJ. Flight Simulation. Cambridge University Press; 1988. 304 p.
68. Savoldelli GL et al. Barriers to use of simulation-based education. *Can J Anaesth J Can Anesth*. 2005 Nov;52(9):944–50.
69. Savoldelli GL et al. Value of debriefing during simulated crisis management: oral versus video-assisted oral feedback. *Anesthesiology*. 2006 Aug;105(2):279–85.
70. Weinberg ER et al. The use of simulation for pediatric training and assessment. *Curr Opin Pediatr*. 2009 Jun;21(3):282–7.
71. Yager PH et al. Advances in simulation for pediatric critical care and emergency medicine. *Curr Opin Pediatr*. 2011 Jun;23(3):293–7.
72. Décret no 95-1000 du 6 septembre 1995 portant code de déontologie médicale. 95-1000 Sep 6, 1995.
73. Prise en charge des voies aériennes en pédiatrie - I. Constant - Service d'anesthésie, hôpital Armand Trousseau, 26 rue du Docteur Arnold Netter, 75012 Paris, France Conférences d'actualisation 2002, p. 479-499. © Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et Sfar. Tous droits réservés. [Internet]. 2002. Available from: http://www.sfar.org/acta/dossier/archives/ca02/html/ca02_31/ca02_31.htm
74. LOI n° 2002-303 du 4 mars 2002 relative aux droits des malades et à la qualité du système de santé. 2002-303 Mar 4, 2002.
75. LOI n° 2004-809 du 13 août 2004 relative aux libertés et responsabilités locales. 2004-809 août, 2004.
76. EZ-IO by Vidacare - système d'infusion intra-osseuse - Instructions d'utilisation [Internet]. 2006. Available from: http://www.vitaid.com/files/dfu_ez-io_french.pdf?PHPSESSID=cb60553f2141155f2d21eabe0dc04688
77. LOI n° 2009-879 du 21 juillet 2009 portant réforme de l'hôpital et relative aux patients, à la santé et aux territoires. 2009-879 juillet, 2009.
78. Enquête Nationale sur les Événements Indésirables graves associés aux Soins [Internet]. Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (DREES); 2011. Available from: <http://www.drees.sante.gouv.fr/IMG/pdf/serieetud110.pdf>
79. INSTRUCTION N° DGOS/PF2/2013/383 du 19 novembre 2013 relative au développement de la simulation en santé - NOR : AFSH1328508J [Internet]. Ministère des affaires sociales et santé; 2013. Available from: <http://circulaires.legifrance.gouv.fr/index.php?action=afficherCirculaire&hit=1&r=37665>
80. Simulateur de vol [Internet]. 2014. Available from: http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Simulateur_de_vol&oldid=106278236
81. Dossier simulation opérationnelle [Internet]. 2014. Available from: <http://www.defense.gouv.fr/terre/contenus-des-dossiers/dossier-simulation-operationnelle>

82. Ordonnance no 96-345 du 24 avril 1996 relative à la maîtrise médicalisée des dépenses de soins. Oct 12, 2014.
83. Arrêté du 8 avril 2013 relatif au régime des études en vue du premier et du deuxième cycle des études médicales [Internet]. NOR: ESRS1308333A, JORF n°0095 du 23 avril 2013 page 7097 texte n° 30 promulgué le : Oct 12, 2014. Available from: <http://legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2013/4/8/ESRS1308333A/jo/texte>
84. Formation médicale continue et évaluation des pratiques professionnelles des médecins [Internet]. 2014. Available from: <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/084000751/>
85. Programme national pour la sécurité des patients (PNSP) - Ministère des Affaires sociales, de la Santé et des Droits des femmes [Internet]. 2014. Available from: <http://www.sante.gouv.fr/programme-national-pour-la-securite-des-patients-pnsp.html>
86. Musées en Haute-Normandie | La « machine » de Madame Du Coudray [Internet]. 2015. Available from: <http://www.musees-haute-normandie.fr/fr/a-decouvrir/les-oeuvres-commentees/la-machine-de-madame-du-coudray/>
87. Définitions : simulation - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cited 2014 Sep 15]. Available from: <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/simulation/72824>
88. Chambre des représentants USA, 111th Congress 02-2009.
89. Notre histoire [Internet]. Available from: <http://www.laerdal.com/fr/doc/367/Notre-histoire>
90. A bill to amend the Public Health Service Act to authorize medical simulation enhancement programs and for other purposes, 111th Congress [Internet]. Available from: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/BILLS-111hr855ih/html/BILLS-111hr855ih.htm>
91. Recommandations pour placement du trocart manuel - aiguille pour perfusion intra-osseuse de Cook [Internet]. Available from: https://www.cookmedical.com/data/IFU_PDF/C_T_DIN_REV4.PDF

FORMATION PAR SIMULATION :

VALIDATION DE GRILLES D'ÉVALUATION DE QUATRE GESTES D'URGENCE CHEZ L'ENFANT

Objectif

L'objectif de cette étude est d'étudier la fiabilité et la validité de quatre grilles d'évaluation objective des compétences techniques de quatre gestes d'urgence chez l'enfant (grilles RESCAPE) : la pose d'un cathéter intra-osseux (IO), la ventilation à l'insufflateur manuel (BMV), l'intubation trachéale (IT), et le massage cardiaque (CM).

Matériel & méthode

Des items techniques en cotation binaire ont été conçus à partir de recommandations internationales, puis validés en multicentrique par 13 séniors experts via la méthode Delphi modifiée. Trente sujets répartis en 5 groupes de niveau : 6 étudiants en deuxième année de médecine, 6 externes, 6 internes de pédiatrie, 6 séniors non experts, 6 séniors experts ont été mis en situation sur mannequin basse-fidélité pour les quatre gestes. L'étude de la fiabilité a consisté en la comparaison des scores de chaque item donnés par deux évaluateurs, l'un en direct, et l'autre par retransmission vidéo. Pour l'étude de la validité des grilles, les scores médians obtenus par les cinq groupes de niveau ont été comparés.

Résultats

La fiabilité de nos grilles est démontrée, avec un accord entre les deux évaluateurs parfait ou presque parfait pour 82,5 % des items. Les scores médians des groupes pour les quatre grilles augmentent de manière significative en fonction du niveau d'expertise.

Conclusion

Nos grilles RESCAPE sont des outils fiables et valides. Elles pourront être intégrées à des programmes de formation par simulation afin d'en évaluer l'efficacité, ou pourront être utilisées dans l'évaluation des performances de professionnels.

Mots-clés : Simulation – Pédiatrie – Gestes d'urgence – Grilles d'évaluation