



HAL
open science

Comparaison de la simulation haute-fidélité versus basse fidélité dans la formation à la réanimation cardio-pulmonaire du nourrisson et de l'enfant chez les sapeurs-pompiers du Gard

Pauline Pappalardo

► To cite this version:

Pauline Pappalardo. Comparaison de la simulation haute-fidélité versus basse fidélité dans la formation à la réanimation cardio-pulmonaire du nourrisson et de l'enfant chez les sapeurs-pompiers du Gard. Médecine humaine et pathologie. 2019. dumas-02967165

HAL Id: dumas-02967165

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02967165>

Submitted on 8 Feb 2021

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Par PAPPALARDO Pauline

Le 01/03/2019

**COMPARAISON DE LA SIMULATION HAUTE-FIDELITE VERSUS BASSE FIDELITE DANS LA
FORMATION A LA REANIMATION CARDIO-PULMONAIRE DU NOURRISSON ET DE L'ENFANT
CHEZ LES SAPEURS-POMPIERS DU GARD**

Directeur de thèse : Docteur Philippe FOURNIER

JURY :

Président

Pr Nicolas SIRVENT, Professeur des Universités, département de pédiatrie, CHU Arnaud de Villeneuve, Montpellier

Assesseurs

Pr Gilles CAMBONIE, Professeur des Universités, département de pédiatrie, CHU Arnaud de Villeneuve, Montpellier

Pr Tu-Anh TRAN, Professeur des Universités, département de pédiatrie, CHU Nîmes, Nîmes

Dr Philippe FOURNIER, Praticien Hospitalier, département de pédiatrie, CHU Nîmes, Nîmes

ANNEE UNIVERSITAIRE 2018 - 2019

PERSONNEL ENSEIGNANT

Professeurs Honoraires

ALLIEU Yves
ALRIC Robert
ARNAUD Bernard
ASTRUC Jacques
AUSSILLOUX Charles
AVEROUS Michel
AYRAL Guy
BAILLAT Xavier
BALDET Pierre
BALDY-MOULINIER
Michel
BALMES Jean-Louis
BALMES Pierre
BANSARD Nicole
BAYLET René
BILLIARD Michel
BLARD Jean-Marie
BLAYAC Jean Pierre
BLOTMAN Francis
BONNEL François
BOUDET Charles
BOURGEOIS Jean-Marie
BRUEL Jean Michel
BUREAU Jean-Paul
BRUNEL Michel
CALLIS Albert
CANAUD Bernard
CASTELNAU Didier
CHAPTAL Paul-André
CIURANA Albert-Jean
CLOT Jacques
D'ATHIS Françoise
DEMAILLE Jacques
DESCOMPS Bernard
DIMEGLIO Alain

DUBOIS Jean Bernard
DUMAS Robert
DUMAZER Romain
ECHENNE Bernard
FABRE Serge
FREREBEAU Philippe
GALIFER René Benoît
GODLEWSKI Guilhem
GRASSET Daniel
GROLLEAU-RAOUX
Robert
GUILHOU Jean-Jacques
HERTAULT Jean
HUMEAU Claude
JAFFIOL Claude
JANBON Charles
JANBON François
JARRY Daniel
JOYEUX Henri
LAFFARGUE François
LALLEMANT Jean
Gabriel
LAMARQUE Jean-Louis
LAPEYRIE Henri
LESBROS Daniel
LOPEZ François Michel
LORIOT Jean
LOUBATIERES Marie
Madeleine
MAGNAN DE BORNIER
Bernard
MARY Henri
MATHIEU-DAUDE Pierre
MEYNADIER Jean
MICHEL François-
Bernard
MICHEL Henri

MION Charles
MION Henri
MIRO Luis
NAVARRO Maurice
NAVRATIL Henri
OTHONIEL Jacques
PAGES Michel
PEGURET Claude
PELISSIER Jacques
POUGET Régis
PUECH Paul
PUJOL Henri
PUJOL Rémy
RABISCHONG Pierre
RAMUZ Michel
RIEU Daniel
RIOUX Jean-Antoine
ROCHFORT Henri
ROSSI Michel
ROUANET DE VIGNE
LAVIT Jean Pierre
SAINT AUBERT Bernard
SANCHO-GARNIER
Hélène
SANY Jacques
SEGNARBIEUX François
SENAC Jean-Paul
SERRE Arlette
SIMON Lucien
SOLASSOL Claude
THEVENET André
VIDAL Jacques
VISIER Jean Pierre

Professeurs Emérites

ARTUS Jean-Claude
BLANC François
BOULENGER Jean-Philippe
BOURREL Gérard
BRINGER Jacques
CLAUSTRES Mireille
DAURES Jean-Pierre
DAUZAT Michel

DEDET Jean-Pierre
ELEDJAM Jean-Jacques
GUERRIER Bernard
JOURDAN Jacques

MARES Pierre

MAURY Michèle
MILLAT Bertrand
MAUDELONDE Thierry
MONNIER Louis
PREFAUT Christian
PUJOL Rémy
SULTAN Charles
TOUCHON Jacques
VOISIN Michel
ZANCA Michel

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

PU-PH de classe exceptionnelle

ALBAT Bernard - Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
ALRIC Pierre - Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
BACCINO Eric - Médecine légale et droit de la santé
BASTIEN Patrick - Parasitologie et mycologie
BONAFE Alain - Radiologie et imagerie médicale
CAPDEVILA Xavier - Anesthésiologie-réanimation
COLSON Pascal – Anesthésie-réanimation
COMBE Bernard - Rhumatologie
COSTA Pierre - Urologie
COTTALORDA Jérôme - Chirurgie infantile
COUBES Philippe – Neurochirurgie
COURTET Philippe – Psychiatrie d'adultes, addictologie
CRAMPETTE Louis - Oto-rhino-laryngologie
CRISTOL Jean Paul - Biochimie et biologie moléculaire
DAVY Jean Marc - Cardiologie
DE LA COUSSAYE Jean Emmanuel - Anesthésiologie-réanimation
DELAPORTE Eric - Maladies infectieuses ; maladies tropicales
DEMOLY Pascal – Pneumologie, addictologie
DE WAZIERES Benoît - Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
DOMERGUE Jacques - Chirurgie générale
DUFFAU Hugues - Neurochirurgie
DUJOLS Pierre - Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
ELIAOU Jean François - Immunologie
FABRE Jean Michel - Chirurgie générale
FRAPIER Jean-Marc – Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
GUILLOT Bernard - Dermato-vénéréologie
HAMAMAH Samir-Biologie et Médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
HEDON Bernard-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
HERISSON Christian-Médecine physique et de réadaptation
JABER Samir-Anesthésiologie-réanimation
JEANDEL Claude-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
JONQUET Olivier-Réanimation ; médecine d'urgence
JORGENSEN Christian-Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie
KOTZKI Pierre Olivier-Biophysique et médecine nucléaire
LANDAIS Paul-Epidémiologie, Economie de la santé et Prévention
LARREY Dominique-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
LEFRANT Jean-Yves-Anesthésiologie-réanimation
LE QUELLEC Alain-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
MARTY-ANE Charles - Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
MERCIER Jacques - Physiologie
MESSNER Patrick – Cardiologie
MONDAIN Michel – Oto-rhino-laryngologie
PELLISSIER Jacques-Médecine physique et de réadaptation
RENARD Eric-Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale
REYNES Jacques-Maladies infectieuses, maladies tropicales
RIBSTEIN Jean-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
RIPART Jacques-Anesthésiologie-réanimation
ROUANET Philippe-Cancérologie ; radiothérapie
SCHVED Jean François-Hématologie; Transfusion
TAOUREL Patrice-Radiologie et imagerie médicale
UZIEL Alain -Oto-rhino-laryngologie
VANDE PERRE Philippe-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
YCHOU Marc-Cancérologie ; radiothérapie

PU-PH de 1^{re} classe

AGUILAR MARTINEZ Patricia-Hématologie ; transfusion

AVIGNON Antoine-Nutrition
 AZRIA David -Cancérologie ; radiothérapie
 BAGHDADLI Amaria-Pédopsychiatrie ; addictologie
 BEREGI Jean-Paul-Radiologie et imagerie médicale
 BLAIN Hubert-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale,
 addictologie
 BLANC Pierre-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
 BORIE Frédéric-Chirurgie digestive
 BOULOT Pierre-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
 CAMBONIE Gilles -Pédiatrie
 CAMU William-Neurologie
 CANOVAS François-Anatomie
 CARTRON Guillaume-Hématologie ; transfusion
 CHAMMAS Michel-Chirurgie orthopédique et traumatologique
 CHANQUES Gérald – Anesthésie-réanimation
 CORBEAU Pierre-Immunologie
 COSTES Valérie-Anatomie et cytologie pathologiques
 CYTEVAL Catherine-Radiologie et imagerie médicale
 DADURE Christophe-Anesthésiologie-réanimation
 DAUVILLIERS Yves-Physiologie
 DE TAYRAC Renaud-Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale
 DEMARIA Roland-Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
 DEREURE Olivier-Dermatologie – vénéréologie
 DE VOS John – Cytologie et histologie
 DROUPY Stéphane -Urologie
 DUCROS Anne-Neurologie
 GARREL Renaud – Oto-rhino-laryngologie
 HAYOT Maurice - Physiologie
 KLOUCHE Kada-Réanimation ; médecine d'urgence
 KOENIG Michel-Génétique moléculaire
 LABAUGE Pierre- Neurologie
 LAFFONT Isabelle-Médecine physique et de réadaptation
 LAVABRE-BERTRAND Thierry-Cytologie et histologie
 LAVIGNE Jean-Philippe – Bactériologie – virologie, hygiène hospitalière
 LECLERCQ Florence-Cardiologie
 LEHMANN Sylvain-Biochimie et biologie moléculaire
 LE MOING Vincent – Maladies infectieuses, maladies tropicales
 LUMBROSO Serge-Biochimie et Biologie moléculaire
 MARIANO-GOULART Denis-Biophysique et médecine nucléaire
 MATECKI Stéfan -Physiologie
 MEUNIER Laurent-Dermato-vénéréologie
 MOREL Jacques - Rhumatologie
 MORIN Denis-Pédiatrie
 NAVARRO Francis-Chirurgie générale
 PETIT Pierre-Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
 PENEY Pascal-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale,
 addictologie
 PRUDHOMME Michel - Anatomie
 PUJOL Jean Louis-Pneumologie ; addictologie
 PUJOL Pascal-Biologie cellulaire
 PURPER-OUAKIL Diane-Pédopsychiatrie ; addictologie
 QUERE Isabelle-Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
 SOTTO Albert-Maladies infectieuses ; maladies tropicales
 TOUITOU Isabelle-Génétique
 TRAN Tu-Anh-Pédiatrie
 VERNHET Hélène-Radiologie et imagerie médicale

PU-PH de 2ème classe

ASSEMAT Éric-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
 BERTHET Jean-Philippe-Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
 BOURDIN Arnaud-Pneumologie ; addictologie
 CANAUD Ludovic-Chirurgie vasculaire ; Médecine Vasculaire
 CAPDEVIELLE Delphine-Psychiatrie d'Adultes ; addictologie

CAPTIER Guillaume-Anatomie
CAYLA Guillaume-Cardiologie
COLOMBO Pierre-Emmanuel-Cancérologie ; radiothérapie
COSTALAT Vincent-Radiologie et imagerie médicale
COULET Bertrand-Chirurgie orthopédique et traumatologique
CUVILLON Philippe-Anesthésiologie-réanimation
DAIEN Vincent-Ophtalmologie
DORANDEU Anne-Médecine légale -
DUPEYRON Arnaud-Médecine physique et de réadaptation
FAILLIE Jean-Luc – Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique, addictologie
FESLER Pierre-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
GAUJOUX Viala Cécile-Rhumatologie
GENEVIEVE David-Génétique
GODREUIL Sylvain-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
GUILLAUME Sébastien-Urgences et Post urgences psychiatriques -
GUILPAIN Philippe-Médecine Interne, gériatrie et biologie du vieillissement; addictologie
GUIU Boris-Radiologie et imagerie médicale
HERLIN Christian – Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, brûlologie
HOUEDE Nadine-Cancérologie ; radiothérapie
JACOT William-Cancérologie ; Radiothérapie
JUNG Boris-Réanimation ; médecine d'urgence
KALFA Nicolas-Chirurgie infantile
KOUYOUMDJIAN Pascal-Chirurgie orthopédique et traumatologique
LACHAUD Laurence-Parasitologie et mycologie
LALLEMANT Benjamin-Oto-rhino-laryngologie
LE QUINTREC Moglie - Néphrologie
LETOUZEY Vincent-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
LONJON Nicolas - Neurologie
LOPEZ CASTROMAN Jorge-Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
LUKAS Cédric-Rhumatologie
MAURY Philippe-Chirurgie orthopédique et traumatologique
MILLET Ingrid-Radiologie et imagerie médicale
MORANNE Olivier-Néphrologie
NAGOT Nicolas-Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
NOCCA David-Chirurgie digestive
PANARO Fabrizio-Chirurgie générale
PARIS Françoise-Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PASQUIE Jean-Luc-Cardiologie
PEREZ MARTIN Antonia-Physiologie
POUDEROUX Philippe-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
RIGAU Valérie-Anatomie et cytologie pathologiques
RIVIER François-Pédiatrie
ROGER Pascal-Anatomie et cytologie pathologiques
ROSSI Jean François-Hématologie ; transfusion
ROUBILLE François-Cardiologie
SEBBANE Mustapha-Anesthésiologie-réanimation
SIRVENT Nicolas-Pédiatrie
SOLASSOL Jérôme-Biologie cellulaire
STOEBNER Pierre – Dermato-vénéréologie
SULTAN Ariane-Nutrition
THOUVENOT Éric-Neurologie
THURET Rodolphe-Urologie
VENAIL Frédéric-Oto-rhino-laryngologie
VILLAIN Max-Ophtalmologie
VINCENT Denis -Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
VINCENT Thierry-Immunologie
WOJTUSCISZYN Anne-Endocrinologie-diabétologie-nutrition

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

1^{re} classe :

COLINGE Jacques - Cancérologie, Signalisation cellulaire et systèmes complexes

2^{ème} classe :

LAOUDJ CHENIVESSE Dalila - Biochimie et biologie moléculaire

VISIER Laurent - Sociologie, démographie

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - Médecine générale

1^{re} classe :

LAMBERT Philippe

2^{ème} classe :

AMOUYAL Michel

PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine Générale

CLARY Bernard

DAVID Michel

PROFESSEUR ASSOCIE – Médecine

BESSIS Didier - Dermato-vénérologie

MEUNIER Isabelle – Ophtalmologie

MULLER Laurent – Anesthésiologie-réanimation

PERRIGAULT Pierre-François - Anesthésiologie-réanimation ; médecine d'urgence

ROUBERTIE Agathe – Pédiatrie

Maîtres de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers

MCU-PH Hors classe

BOULLE Nathalie – Biologie cellulaire

CACHEUX-RATABOUL Valère-Génétique

CARRIERE Christian-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

CHARACHON Sylvie-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

FABBRO-PERAY Pascale-Epidémiologie, économie de la santé et prévention

HILLAIRE-BUYS Dominique-Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

GIANSILY-BLAIZOT Muriel – Hématologie, transfusion

PELLESTOR Franck-Cytologie et histologie

PUJOL Joseph-Anatomie

RICHARD Bruno-Thérapeutique ; addictologie

RISPAIL Philippe-Parasitologie et mycologie

SEGONDY Michel-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

MCU-PH de 1^{re} classe

BADIOU Stéphanie-Biochimie et biologie moléculaire

BOUDOUSQ Vincent-Biophysique et médecine nucléaire

BOURGIER Céline-Cancérologie ; Radiothérapie

BRET Caroline -Hématologie biologique

COSSEE Mireille-Génétique Moléculaire

GABELLE DELOUSTAL Audrey-Neurologie

GIRARDET-BESSIS Anne-Biochimie et biologie moléculaire

LAVIGNE Géraldine-Hématologie ; transfusion

LESAGE François-Xavier – Médecine et santé au travail

MATHIEU Olivier-Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

MENJOT de CHAMPFLEUR Nicolas-Neuroradiologie
MOUZAT Kévin-Biochimie et biologie moléculaire
PANABIERES Catherine-Biologie cellulaire
PHILIBERT Pascal-Biologie et médecine du développement et de la reproduction
RAVEL Christophe - Parasitologie et mycologie
SCHUSTER-BECK Iris-Physiologie
STERKERS Yvon-Parasitologie et mycologie
TUAILLON Edouard-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
YACHOUH Jacques-Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

MCU-PH de 2^{ème} classe

BERTRAND Martin-Anatomie
DE JONG Audrey – Anesthésie-réanimation
DU THANH Aurélie-Dermato-vénéréologie
GALANAUD Jean Philippe-Médecine Vasculaire
GOUZI Farès-Physiologie
HERRERO Astrid – Chirurgie générale
JEZIORSKI Éric-Pédiatrie
KUSTER Nils-Biochimie et biologie moléculaire
MAKINSON Alain-Maladies infectieuses, Maladies tropicales
MURA Thibault-Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
OLIE Emilie-Psychiatrie d'adultes ; addictologie
PANTEL Alix – Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
PERS Yves-Marie – Thérapeutique, addictologie
SABLEWSKI Vanessa – Anatomie et cytologie pathologiques
THEVENIN-RENE Céline-Immunologie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - Médecine Générale

Maîtres de conférence de 1^{ère} classe

COSTA David

Maîtres de conférence de 2^{ème} classe

FOLCO-LOGNOS Béatrice
OUDE-ENGBERINK Agnès

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES - Médecine Générale

GARCIA Marc
MILLION Elodie
PAVAGEAU Sylvain
REBOUL Marie-Catherine
SERAYET Philippe

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Maîtres de Conférences hors classe

BADIA Eric - Sciences biologiques fondamentales et cliniques

Maîtres de Conférences de classe normale

BECAMEL Carine - Neurosciences
BERNEX Florence - Physiologie
CHAUMONT-DUBEL Séverine - Sciences du médicament et des autres produits de santé
CHAZAL Nathalie - Biologie cellulaire
DELABY Constance - Biochimie et biologie moléculaire
GUGLIELMI Laurence - Sciences biologiques fondamentales et cliniques
HENRY Laurent - Sciences biologiques fondamentales et cliniques
LADRET Véronique - Mathématiques appliquées et applications des mathématiques
LAINE Sébastien - Sciences du Médicament et autres produits de santé
LE GALLIC Lionel - Sciences du médicament et autres produits de santé
LOZZA Catherine - Sciences physico-chimiques et technologies pharmaceutiques
MAIMOUN Laurent - Sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé
MOREAUX Jérôme - Science biologiques, fondamentales et cliniques

MORITZ-GASSER Sylvie - Neurosciences
MOUTOT Gilles - Philosophie
PASSERIEUX Emilie - Physiologie
RAMIREZ Jean-Marie - Histologie
TAULAN Magali - Biologie Cellulaire

PRATICIENS HOSPITALIERS UNIVERSITAIRES

CLAIRE DAIEN-Rhumatologie
BASTIDE Sophie-Epidémiologie, économie de la santé et prévention
GATINOIS Vincent-Histologie, embryologie et cytogénétique
PINETON DE CHAMBRUN Guillaume-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
SOUCHE François-Régis – Chirurgie générale
TORRE Antoine-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale

Remerciements

A Monsieur le Professeur Nicolas SIRVENT, je vous remercie de me faire l'honneur de présider mon jury. Merci pour votre disponibilité et votre sympathie, que ce soit lors de nos récents échanges ou en stage.

A Monsieur le Professeur Gilles CAMBONIE, je vous remercie d'avoir accepté d'être membre de mon jury. Merci pour la transmission de vos connaissances lors de ces deux semestres passés dans votre service. J'attends beaucoup de votre avis sur mon travail.

A Monsieur le Professeur TU-Anh TRAN, je vous remercie d'avoir accepté de faire partie de mon jury et de juger la qualité de mon travail.

A Monsieur Le Docteur Philippe FOURNIER, je te remercie d'avoir accepté de diriger cette thèse. Merci pour ton implication et ces nombreuses heures consacrées à ce travail. Ton soutien et ton aide m'ont été très précieux tout au long de ce travail. J'ai également beaucoup appris à tes côtés lors de mon semestre aux urgences et je t'en remercie.

A toutes les équipes médicales et paramédicales avec qui j'ai eu le plaisir de travailler, merci pour votre savoir, votre aide et votre gentillesse qui m'ont permis d'évoluer pendant ces quatre années d'internat.

A ma famille

A mes parents, pour votre amour et votre soutien depuis toujours, pour m'avoir transmis les vraies valeurs de la vie qui m'ont aidé à grandir et essayer de vous rendre fiers. **A Maman**, pour ton cœur immense. Merci d'être une vraie mère poule, tu as toujours veillé sur nous comme si on était « la prune de tes yeux », tu as su m'épauler et me guider pendant ces 10 années alors merci. **A Papa**, pour notre complicité père-fille, merci d'avoir toujours été là quand j'ai eu besoin, d'avoir été le papa qui fait des blagues à la serveuse pour simplement nous faire rire ou parfois nous foutre la honte ;)

Je vous aime.

A ma sœur, pour toutes ces années partagées. Pour nos soirées clandestines de jeu des 7 familles et ces parties énervées de Monopoly, pour ces moments de complicité entre sœurs où rien qu'un regard en dit long, pour ton soutien en toutes circonstances, ta folie et « l'humour Pappalardo » qui va avec !

A Yoann, mon beauf préféré, pour ta gentillesse simple et vraie et pour ces vacances au top l'été dernier, même si j'attends toujours de te voir sur un cheval...

Et merci à vous deux de nous avoir donné Sacha, le plus mignon de tous les neveux.

A mon frère, pour ton caractère de kéké au grand cœur. Pour ces après-midis de UNO infinissables et tous ces moments de fous rire, encore ce bon vieux « humour Pappalardo » !
Merci de m'avoir supporté toutes ces années !

A Mélissa, pour ton enthousiasme contagieux.

A mes grands-parents mes oncles et tantes paternels, merci de m'avoir transmis une partie de la culture pieds noirs, surtout la cuisine soyons honnêtes !

A mes grands-parents et oncle maternels, et tout particulièrement à mon grand-père, pour nous avoir fait partager tes périples autour du monde, ton infinie culture.

A mes copines de toujours

A Poczoc, une vraie Moutchukaifou et ma plus vieille amie, pour ton amitié sans faille. Ça fait bien longtemps qu'on ne vit plus dans la même ville et pourtant rien n'a changé. Merci pour ces

duos de Céline Dion, parfaitement interprétés par nos soins (et nos voix si mélodieuses of course..), pour ces soirées passées à discuter sans pouvoir s'arrêter et ces fous rires, pour les centaines de livres que tu m'as conseillé sans jamais te tromper et pour avoir toujours été là...

A Tiphaine, mon équipière depuis le début, merci pour ta personnalité si pétillante et ta motivation infaillible, pour toutes ces soirées phénoménales au Hush-Hush, et ton amitié si entière ! Merci de m'avoir fait l'honneur de devenir ton témoin.

A Elodie, pour ta gentillesse, ta sincérité et ta dévotion aux autres. Merci d'être une amie en or, sur qui j'ai toujours pu compter, même dans les moments difficiles.

A Charlotte, une amie au tempérament de feu, merci pour ta joie de vivre et ces moments partagés ! Toujours à mille à l'heure, tu es devenue une véritable femme d'affaire !

A Aude, pour ta spontanéité et ton enthousiasme. Toujours dans les bons coups, merci d'être une amie fidèle au grand cœur !

A Chloé, une avocate qui a tellement la classe ! Merci pour ton éternel sourire et ton amitié. Encore félicitations pour cette merveilleuse Lou. On a hâte de vous revoir dans le sud !

A Searose, ma famille de Montpellier

A Kévin, alias kéké, toujours présent quel que soit l'heure, pour ton amitié sans limite. Merci pour ces bons petits plats dont tu as le secret (sans toi on serait probablement mort de faim..), pour ta motivation entraînant et ces infinies soirées.

A Fanny, Nyfa ou encore le capitaine, pour ta folie douce, ton soutien indéfectible (surtout ces dernières semaines !!) et ton accent aveyronnais qui nous fait tous rêver ; pour ces vacances magiques, ces multiples soirées sur searose ou aux coulisses et pour m'avoir fait découvrir l'aligot saucisse ! Merci pour ta présence que ce soit dans les moments difficiles comme les moments heureux !

A Emilie, Miloui, la première tête que j'ai vu en sortant de ma chambre de 9m2, ma première copine de l'internat ; grâce à toi le début de cette aventure a été pimenté ! Merci pour ta spontanéité, ton ivresse de vie et ces conversations à philosopher sur la vie !

A Marie, une poitevine pure souche, pour cette belle rencontre. Merci pour ces parties de jeu de société, pour m'avoir fait découvrir le pinot et le cognac schweppes, et ces aprem shopping !

A Aurélie et Mikaka, nos derniers (et non des moindres) colocs, pour ces soirées sushi ou couscous et ces randos parfois épiques ! Vous nous manquez ! Revenez vite qu'on rencontre votre magnifique Aarii !

A Adel, abdelhulk, pour tes paroles de grand sage. Merci pour tous ces moments partagés. Et merci de nous avoir fait rencontrer ta douce et rigolote **Anna** !

A Nico, pour tes blagues toujours bien placées ! Merci pour ces 6 mois de colocs de ouf, pour tes petites attentions (et surtout le goûter !) pendant que j'étais clouée à la maison.

A Lina, marrante et délurée en toutes circonstances, merci pour ton grain de folie et ta positivité.

Au Père, pour ton coté complètement givré. Merci de nous faire rire comme tu le fais !

Aux copains de l'internat

A ce premier semestre magique à l'internat Saint Eloi, Sylvain, Kévin, Miloui, Nico, Gaurelie, Sarah, Quentin, Boran, Guillaume, Stan, Baris, Taki, Emilie, Mathilde, Amandine, Nathalie, Ludivine, pour m'avoir fait vivre des instants inoubliables, une colo d'internes tous plus géniaux les uns que les autres.

A Sophie, ma co-interne de tous les instants, pour ta folle-attitude et ta générosité. Merci pour ce premier semestre complètement dingue, et tous ces moments qui ont suivis.

A Clara et Camille, mes acolytes, pour nos soirées papotages, potins et cocktails !!

A Nico et Sam qui nous supportent ;)

A Béné, pour ce premier semestre riche en émotions !

A Karen, Julie et Béné pour ce semestre en hémato, une équipe soudée !

A Karen, Mau(d) et kéké pour cette entraide en neuroped, indispensable à notre survie (petit clin d'œil à Madame Ganac, la meilleure cadre de tous les temps).

A la coloc 1, Miloui, Martin, Béranger, Léo, Paulina et Alix, pour cet été perpignanais au top !

Au semestre de l'amour, Chloé, Anaïs, Pauline, Maud, David, DubDub, Aziz, Brodeau et Damien pour ces 6 mois de folie, et ça on adore... !

A Gaurélie, pour ton énergie débordante et ton sourire communicatif.

A Titoune, pour ton humour décapant ;)

A Cebonvieux et Poupon (et Paul bien sûr) pour votre gentillesse, ces soirées partagées, notamment la raclette (notre appart s'en souvient encore !!).

A tous ceux qui m'ont aidé pour ce travail, Nicolas, Vincent, David et Romain, merci pour votre implication. Nicolas, pour ton aide à l'organisation qui n'a pas été de tout repos, Vincent pour tes conseils avisés, Romain et David pour votre humour.

A Jocelyne, Christian et Etienne, pour m'avoir accueilli dans votre famille. Merci pour tous ces bons moments.

A Sylvain, ma plus belle rencontre. Merci de partager ma vie depuis quatre ans, pour ta présence, ton amour et ton soutien au quotidien. Je veux continuer de découvrir le monde avec toi.

Je t'aime.

(Petit clin d'œil à **Loco et Berli** qui égalaient notre quotidien ! So niais ;)

TABLE DES MATIERES

ABREVIATIONS.....	17
INTRODUCTION	18
MATERIEL ET METHODE.....	20
DESIGN ET POPULATION.....	20
CRITERES DE JUGEMENT PRINCIPAL ET SECONDAIRES	23
ANALYSE DES DONNEES	24
RESULTATS.....	24
CRITERE DE JUGEMENT PRINCIPAL	25
CRITERES DE JUGEMENT SECONDAIRES	25
DISCUSSION	26
LIMITES ET POINTS FORTS	28
CONCLUSION	30
BIBLIOGRAPHIE.....	31
TABLEAUX ET FIGURES	34
FIGURE 1 LES DIFFERENTS TYPES DE SIMULATION.....	34
FIGURE 2 DESIGN DE L'ETUDE	35
FIGURE 3 DIAGRAMME DE FLUX.....	36
TABLEAU 1 CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION	37
TABLEAU 2 EVALUATION DES COMPETENCES NON TECHNIQUES	38
FIGURE 4 NOTE TOTALE DES COMPETENCES NON TECHNIQUES	39
FIGURE 5 RESULTATS PAR DOMAINE DES COMPETENCES NON TECHNIQUES	39
FIGURE 6 EVOLUTION DES CONNAISSANCES THEORIQUES AU COURS DU TEMPS.....	42
FIGURE 7 COMPARAISON DES QUESTIONNAIRES DE CONNAISSANCES AUX DIFFERENTS TEMPS DE L'ETUDE.....	42
TABLEAU 3 EVALUATION DES COMPETENCES TECHNIQUES	43
TABLEAU 4 EVALUATION DE LA SATISFACTION GLOBALE ET DU STRESS RESSENTI.....	45
TABLEAU 5 EVALUATION DES DIFFERENTES QUESTIONS DE SATISFACTION	45
ANNEXES	46

ANNEXE 1 QUESTIONNAIRE PRE TEST 1	46
ANNEXE 2 QUESTIONNAIRE PRE TEST 2	49
ANNEXE 3 ATELIERS DE SIMULATION BASSE FIDELITE	51
ANNEXE 4 MISE EN PRATIQUE LORS DES EVALUATIONS	53
ANNEXE 5 SCENARIO LORS DE L'EVALUATION APRES FORMATION PAR SIMULATION BASSE FIDELITE	55
ANNEXE 6 ENREGISTREMENT DE LA VENTILATION ET DU MASSAGE CARDIAQUE EXTERNE	58
ANNEXE 7 FORMATION PAR SIMULATION HAUTE FIDELITE	59
ANNEXE 8 DEBRIEFING	59
ANNEXE 9 SCENARIO LORS DE L'EVALUATION APRES FORMATION PAR SIMULATION HAUTE FIDELITE	60
ANNEXE 10 SCORE D'EVALUATION DES COMPETENCES NON TECHNIQUES	63
ANNEXE 11 EVALUATION EN DIRECT PAR LE BIAIS DE LA VIDEO	65
ANNEXE 12 SCORE D'EVALUATION DES COMPETENCES TECHNIQUES	66
ANNEXE 13 QUESTIONNAIRE POST TEST 1	68
ANNEXE 14 QUESTIONNAIRE POST TEST 2	70
ANNEXE 15 QUESTIONNAIRE DE SATISFACTION BASSE FIDELITE	72
ANNEXE 16 QUESTIONNAIRE DE SATISFACTION HAUTE FIDELITE	73
ANNEXE 17 IMPACT DE MEMORISATION (EDGAR DALE)	74
ANNEXE 18 MODELE DE KIRKPATRICK	74
ANNEXE 19 IRB	75
SERMENT	76
RESUME	77

ABREVIATIONS

HAS : Haute Autorité de Santé

CRM : Crisis Resource Management

RCP : Réanimation Cardio-Pulmonaire

ACR : Arrêt Cardio-Respiratoire

CHU : Centre Hospitalo-Universitaire

BESPIM : Biostatistiques, Epidémiologie clinique, Santé Publique, Informations Médicales

QCM : Questionnaire à Choix Multiples

VSAV : Véhicule de Secours et d'Aide aux Victimes

DEA : Défibrillateur Automatisé Externe

GRC : Gestion des Ressources en cas de Crise

CNT : Compétences Non Techniques

INTRODUCTION

La simulation médicale est définie selon l'HAS comme : « 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 ». Bien qu'existant depuis le XVIIIe siècle, cette forme d'apprentissage a longtemps été laissée de côté au profit d'un enseignement essentiellement théorique. En 1758, Mme DU COUDRAY, sage-femme, a créé le premier mannequin d'accouchement et parcouru la France afin de transmettre ses connaissances sur les manœuvres obstétricales. Par la suite, le secteur de l'aéronautique a développé les premiers simulateurs de vol au début du XXe siècle suivi par les secteurs de la marine marchande et de l'industrie nucléaire. Les principales motivations de la simulation dans le cadre médical sont, tout d'abord, l'aspect éthique : la première fois ne doit jamais avoir lieu sur le patient ; l'acquisition des connaissances théoriques, des compétences techniques et non techniques ; et enfin, la sécurité du patient.

Il existe différents champs dans la simulation que l'on peut distinguer en deux grands types(1) : la simulation pour l'acquisition des gestes techniques, d'aspect individuel, qui regroupe les mannequins procéduraux, les modèles animaux et les cadavres, (correspondant à la simulation basse fidélité), et la simulation pour la prise en charge de situations complexes qui nécessitent un travail en équipe et utilise des mannequins haute-fidélité, des acteurs et des interfaces électroniques (correspondant au concept de simulation haute-fidélité) (Figure 1). L'enseignement par simulation haute-fidélité dans le domaine de la santé est une pratique en expansion en France, répartie sur l'ensemble du territoire mais encore de faible densité. Une enquête européenne publiée en 2009 répertorie 110 centres de simulation dont seulement 38 d'entre eux ont une activité pédiatrique spécifique(2).

Toute situation de réanimation aigüe nécessite des connaissances théoriques, des compétences techniques et des compétences non techniques. Ces dernières sont décrites comme les "compétences cognitives, sociales et personnelles qui complètent les compétences techniques et contribuent à l'exécution sûre et efficace des tâches " (3) ; elles sont à l'origine de la notion de *Crisis Resource Management* (CRM) : il s'agit d'une méthode d'apprentissage qui coordonne et applique les compétences non techniques fondamentales telles que la communication, le travail d'équipe, le leadership et la prise de décision, développée initialement

par le secteur de l'aéronautique (4). Actuellement en France, dans le domaine de la santé, le mode d'apprentissage est basé sur un enseignement individuel et majoritairement théorique. Or, selon Gaba(5), les performances individuelles ne suffisent pas pour atteindre une sécurité optimale. En effet, les principales défaillances lors d'une situation de crise sont les erreurs humaines liées au défaut d'attention, aux erreurs de fixation ainsi que les défaillances organisationnelles(6–8). Ces situations de crise peuvent être reproduites en toute sécurité grâce à la simulation haute-fidélité qui permet de créer un environnement le plus réaliste possible pour engendrer une réelle situation de stress chez les apprenants (9–13). Cependant, pour arriver à ce niveau de réalisme, le coût des mannequins et du matériel technologique est élevé. La simulation haute-fidélité n'a pas montré de supériorité dans l'apprentissage des connaissances et des compétences techniques par rapport à la simulation basse fidélité(14–19). Pour l'acquisition des compétences non techniques, la simulation haute-fidélité a prouvé son efficacité dans différentes études (7,20–23) ; mais une seule étude (24) a comparé l'efficacité des niveaux de simulation pour l'apprentissage des compétences non techniques et ne retrouvait pas de différence significative entre le groupe formé par simulation basse fidélité et le groupe formé par simulation haute-fidélité. Cependant, le petit effectif et l'existence d'un débriefing dans les deux groupes rendent ces résultats discutables.

Afin d'approfondir le sujet, nous nous sommes également intéressés à la comparaison des formations par simulation basse et haute-fidélité pour la réanimation cardio pulmonaire (RCP) du nourrisson et de l'enfant. En effet, l'arrêt cardio-respiratoire (ACR) est un évènement rare mais de mauvais pronostic ; sa prise en charge diagnostique et thérapeutique est enseignée sous la forme de cours théoriques auprès de tous les étudiants et professionnels dans le domaine de la santé (médecins, infirmiers, pompiers, etc.). Néanmoins, l'expérience pratique de cette situation reste insuffisante et est donc une source de stress et d'erreurs potentielles. Par ailleurs, les sapeurs-pompiers étant régulièrement les premiers arrivés sur les lieux d'appel d'urgence, il paraît intéressant d'analyser l'efficacité de la formation par simulation haute-fidélité dans cette population.

L'objectif de notre étude est donc de comparer la formation par simulation haute-fidélité versus simulation basse fidélité pour l'acquisition des compétences non techniques dans la réanimation cardiopulmonaire de l'enfant et du nourrisson chez les sapeurs-pompiers du Gard, notre hypothèse étant que la simulation haute-fidélité permettrait une meilleure formation des performances non techniques par rapport à la simulation basse fidélité.

MATERIEL ET METHODE

Design et population

Nous avons mené une étude interventionnelle, prospective et comparative, au sein de la plateforme « Simulation Médicale Hospitalo-Universitaire » du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) et de la Faculté de Médecine de Nîmes entre le 1^{er} septembre 2018 et le 30 janvier 2019. Tous les membres des sapeurs-pompiers du département du Gard, professionnels et volontaires, quel que soit leur âge, sexe et années d'expérience étaient éligibles à notre étude. Le seul critère d'exclusion était la participation antérieure à des formations par simulation haute-fidélité.

Nous avons choisi, en collaboration avec le service Biostatistiques, Epidémiologie clinique, Santé Publique, Informations Médicales (BESPIM) du CHU de Nîmes, de réaliser une étude linéaire composée d'une formation par simulation basse fidélité puis, 2 mois plus tard, d'une formation par simulation haute-fidélité (Figure 2). Comme suggéré dans l'étude de 2012 de Finan et al.(25), un délai de 8 semaines entre les deux formations paraissait suffisant pour que les connaissances et les performances acquises lors de la première formation et non répétées dans le temps, soient oubliées en grande partie. Cette méthodologie d'étude permettait d'éliminer les biais de contamination qui auraient été présents en cas d'étude par cross-over ainsi que le risque d'obtenir des groupes non comparables en cas d'étude comparative simple (groupe basse fidélité versus haute-fidélité) du fait d'un effectif de population trop faible.

Après avoir recueilli le consentement de chaque sapeur-pompier, un Questionnaire à Choix Multiples (QCM) nommé « questionnaire pré test 1 » (Annexe 1) a été transmis à chaque participant ; il se composait de 10 items, chacun ayant 3 à 4 choix possibles avec une seule réponse vraie. Les items portaient sur l'ACR du nourrisson et de l'enfant. Il contenait également une partie sur les données personnelles de chacun des candidats. Par la suite, un cours théorique était mis à disposition sur une plateforme de E-Learning et portait sur les généralités épidémiologiques de l'ACR du nourrisson et de l'enfant, la reconnaissance et l'évaluation des signes d'ACR, la stratégie et les manœuvres détaillées de réanimation cardio-respiratoire. Des situations cliniques au cours desquelles un arrêt cardio-respiratoire pouvait survenir étaient étudiées : la noyade, la détresse respiratoire sur asthme aigue grave ou bronchiolite, l'état de mal épileptique, le polytraumatisme, le traumatisme crânien, le choc septique et la déshydratation sévère sur gastro-entérite aigüe.

La formation s'est ensuite déroulée en deux temps. Dans un premier temps, l'ensemble des sapeurs-pompiers a été formé aux gestes de réanimation cardiopulmonaire du nourrisson et de l'enfant par simulation basse fidélité (Annexe 3). Chaque participant assistait à cinq ateliers, chacun mené par un formateur : évaluation et reconnaissance des signes d'ACR, libération des voies aériennes supérieures et extraction de corps étrangers, ventilation, massage cardiaque externe et utilisation d'un Défibrillateur Automatisé Externe (DEA), et enfin, réalisation d'une réanimation cardiopulmonaire complète en équipage de 3 personnes. Plusieurs mannequins étaient mis à disposition afin que les apprenants puissent s'exercer à tour de rôle aux gestes de premiers secours ; les formateurs vérifiaient la bonne application des gestes et corrigeaient en direct si nécessaire. Il s'agissait de mannequins basse fidélité (torse, tête d'intubation) et de mannequins haute-fidélité nourrisson (Newborn HAL S3010®) ou enfant (Pediatric HAL S3005®) de Gaumard® utilisés en mode dégradé afin de permettre aux apprenants de se familiariser avec le matériel.

A deux semaines de cette formation, nous avons réalisé une première évaluation. Il s'agissait d'une mise en pratique filmée et enregistrée, par simulation haute-fidélité avec le même mannequin enfant Pediatric HAL S3005® de Gaumard®. L'utilisation de la haute-fidélité permettait de se rapprocher au mieux d'une situation réaliste et non dépourvue de stress pour les participants, comme déjà utilisée par certaines équipes(8,14,24,26,27). La situation clinique étudiée était une détresse respiratoire sur crise d'asthme pour tous les équipages mais avec un motif d'appel initial différent. Les participants étaient répartis de façon aléatoire par équipage de trois, formé d'un chef d'agrès, d'un conducteur et d'un équipier (équipage habituel lors d'une intervention sapeurs-pompiers) et avaient accès au matériel du Véhicule de Secours et d'Aide aux Victimes (VSAV). Le scénario débutait avec l'équipage dans le VSAV ; ces derniers recevaient un appel radio les informant d'un départ imminent pour une intervention, le lieu et le motif leur étaient également communiqués. Les apprenants devaient alors se rendre, équipés du matériel adéquat, dans une salle de la plateforme de simulation représentant une chambre d'enfant où l'enfant, simulé par un mannequin haute-fidélité, et son ou ses parents les attendaient (Annexe 4). Le déroulement du scénario était le même pour chaque équipage, et aboutissait à un arrêt cardio respiratoire (Annexe 5). La confidentialité des scénarios était demandée au préalable à chaque candidat.

Afin de confirmer l'hypothèse de départ, « un délai de 8 semaines entre les deux formations paraissait suffisant pour que les connaissances et les performances acquises lors de la première formation et non répétées dans le temps, soient oubliées en grande partie », nous

avons testé les connaissances théoriques à deux mois de la formation basse fidélité par un questionnaire d'évaluation des connaissances nommé « questionnaire pré test 2 » (Annexe 2), isomorphe au questionnaire « pré test 1 » mais dont l'ordre des questions et des réponses avait été modifié.

Dans un second temps, nous avons formé les sapeurs-pompiers par simulation haute-fidélité. Pour cela, nous avons utilisé les mannequins nourrisson (Newborn HAL S3010®) et enfant (Pediatric HAL S3005®) de Gaumard®. Ces mannequins permettaient de recréer un certain nombre de paramètres de l'examen physique du nourrisson et de l'enfant notamment la respiration (mouvements respiratoires, auscultation pulmonaire, cyanose, saturation, fréquence respiratoire), l'hémodynamique (palpation des pouls centraux, prise de pression artérielle, auscultation cardiaque, fréquence cardiaque) et l'état neurologique (parole, pleurs, cris, convulsions, mouvements) et de les faire évoluer en fonction du scénario et des actions des apprenants. L'enregistrement des compressions thoraciques et de la ventilation était également possible (Annexe 6). Afin de créer un environnement réaliste, les séances de simulation se déroulaient dans une salle de simulation aménagée en chambre d'enfant. Les formations par simulation haute-fidélité étaient réalisées sur une demi-journée par groupe de 7 à 9 apprenants. Chaque séance, filmée et enregistrée, se déroulait en trois phases : le briefing au cours duquel les objectifs de la séance étaient définis et le contexte clinique du scénario dévoilé ; la réalisation du scénario préalablement programmé et réalisé par un groupe de trois sapeurs-pompiers tirés au sort, les 6 autres apprenants présents regardant la séance de simulation grâce à la transmission vidéo en salle de débriefing (Annexe 7). Enfin la phase de débriefing (Annexe 8) comprenant trois phases conformément aux recommandations de l'HAS :

- Phase descriptive : durant cette phase les apprenants s'expriment sur la manière dont ils ont vécu la séance de simulation, décrivent leur ressenti et expliquent les décisions et gestes entrepris lors du scénario ainsi que les éléments ayant posés problème.
- Phase d'analyse : cette phase permet d'explorer le raisonnement des apprenants, tout d'abord par les apprenants eux-mêmes puis complété par les observateurs, toujours sous le contrôle du formateur afin d'éviter tout jugement ou éventuel conflit.
- Phase de synthèse : la synthèse de la séance de formation est importante afin de définir de nouveaux objectifs d'apprentissage.

A deux semaines de cette formation, une seconde évaluation était effectuée, sur les mêmes bases que la première évaluation. Il s'agissait également d'une mise en pratique par simulation haute-fidélité avec le mannequin nourrisson Newborn HAL S3010® de Gaumard®. Le nourrisson

présentait une détresse respiratoire aboutissant à un ACR ; la cause de la détresse pouvait être une inhalation d'eau dans le bain, une bronchiolite ou encore une intoxication au monoxyde de carbone (Annexe 9). Les équipages étaient également tirés au sort afin d'éviter les habitudes de travail en équipe.

Critères de jugement principal et secondaires

Le critère de jugement principal de notre étude était le résultat de l'*Ottawa Crisis Resource Management Global Rating Scale*, traduit en français. (Annexe 10). Cette échelle d'évaluation a été élaborée par KIM et al. en 2006(7) et abordait les différents domaines de la Gestion des Ressources en cas de Crise (GRC). Cette dernière, développée initialement dans le secteur de l'aéronautique, était une forme d'enseignement des compétences non techniques regroupant la communication, le travail d'équipe, le leadership et la prise de décision. Elle a été reprise par GABA et al(5). qui a identifié plusieurs aspects essentiels puis par KIM(7) afin de développer l'*Ottawa Crisis Resource Management Global Rating Scale*. Ce score a été validé comme outils d'évaluation des compétences non techniques et comprenait les domaines suivants : la communication, le leadership, l'utilisation des ressources, la connaissance de la situation, la résolution de problème, et enfin l'évaluation globale. Chaque domaine était évalué selon une échelle allant de 1 à 7 : 1-2 = novice (toutes les compétences GRC nécessitant une amélioration significative), 3-4 = novice avancé (de nombreuses compétences en GRC nécessitant une amélioration modérée), 5-6 = compétent (la plupart des compétences GRC nécessitant une amélioration mineure) et 7 = nettement supérieur (peu de compétences GRC qui nécessitent une amélioration mineure). Dans notre étude, l'évaluation était faite en temps réel, par l'intermédiaire de vidéo, par trois évaluateurs identiques pour les évaluations 1 (post formation basse fidélité) et 2 (post formation haute-fidélité) (Annexe 11). Il s'agissait d'une évaluation de groupe et non individuelle. Afin de rendre le questionnaire le plus objectif et le plus adapté aux sapeurs-pompiers, certaines précisions étaient apportées aux différents items ; la moyenne des 3 notes, une note donnée par chaque évaluateur, était retenue comme résultat.

Les critères de jugement secondaires étaient :

- Le score d'évaluation des compétences techniques lors des évaluations 1 et 2 (Annexe 12) contenant 31 items, chacun coté 2 points si bien fait, 1 point si partiellement ou incorrectement fait et 0 point si non fait. Il abordait 7 grands domaines de la prise en charge d'une détresse vitale chez l'enfant : interrogatoire des témoins, transmission des

informations aux secours, évaluation neurologique, évaluation et prise en charge des voies aériennes supérieures, évaluation et prise en charge de la ventilation, évaluation et prise en charge de la circulation et enfin réanimation cardio-respiratoire avec la reconnaissance des signes d'ACR et la réalisation appropriée et organisée des gestes d'urgence. Cette évaluation était également réalisée en direct par 3 évaluateurs et concernait le groupe. La moyenne des 3 notes par item était retenue.

- La période de No-Flow, entre l'ACR du mannequin et le début de la RCP, enregistrée par le mannequin haute-fidélité utilisé lors des évaluations.
- Le questionnaire de connaissances théoriques nommés « post test 1 » (Annexe 13) et « post test 2 » (Annexe 14) remplis respectivement après la formation basse fidélité et haute-fidélité. Ceux-ci contenaient des questions identiques aux questionnaires pré test mais réparties différemment.
- Le questionnaire de satisfaction comprenant 9 items (Annexe 15 et 16).

Analyse des données

L'analyse descriptive des variables quantitatives a été réalisée par le test de Student apparié avec le calcul des moyennes et leur écart-type lorsque la distribution des variables suivait une loi normale, et par le test de Wilcoxon Mann Whitney avec le calcul du minimum, premier quartile, médiane, troisième quartile et maximum lorsque ces variables ne suivaient pas une loi normale (d'après le test de Shapiro). Le risque alpha était de 5%.

Les tests statistiques ont été réalisés grâce au logiciel R et Microsoft Excel.

RESULTATS

Entre septembre 2018 et janvier 2019, 45 sapeurs-pompiers issus de 3 casernes différentes étaient éligibles pour notre étude ; 28 (62,2%) d'entre eux ont effectué les formations basse fidélité et haute-fidélité ainsi que les deux évaluations et ont donc été inclus dans l'étude (Figure 3). Notre population se composait d'une majorité de participants de sexe masculin et de chef d'agrès ; plus des deux tiers avaient déjà été confrontés à une détresse vitale chez l'enfant, la moitié avait dû réaliser une RCP pédiatrique, et tous estimaient avoir une formation pédiatrique insuffisante (Tableau 1).

Critère de jugement principal

Concernant les compétences non techniques, les résultats de l'*Ottawa Crisis Resource Management Global Rating Scale* ont montré une différence significative entre l'évaluation après la formation par simulation basse fidélité et après la formation par simulation haute-fidélité : le score total moyen était 28,2/42 après la simulation basse fidélité et 32,14/42 après la simulation haute-fidélité ($p=0,0003$) (Figure 4). De plus, nous avons trouvé une différence significative pour chaque domaine à l'exception du leadership (Figure 5 et Tableau 2).

Critères de jugement secondaires

Bien qu'il n'y ait pas eu de différence significative pour l'acquisition des connaissances théoriques entre les deux formations (post test 1 = 8,514, post test 2 = 9,071, $p=0,35$), celles-ci étaient améliorées de façon significative après la formation basse fidélité (pré test 1 = 7,703, post test 1 = 8,514, $p=0,02$) et étaient également améliorées mais de façon non significative après la formation haute-fidélité (pré test 2 = 8,75, post test 2 = 9,071, $p=0,2$). Il y avait une différence significative entre le pré test 1 et le pré test 2 ainsi qu'entre le pré test 1 et le post test 2 avec une acquisition des connaissances théoriques plus importante après la formation basse fidélité qu'après la formation haute-fidélité sans pour autant que cette différence ne soit significative ($p=0,11$) (Figure 6 et 7).

Les moyennes globales de l'évaluation des compétences techniques n'étaient pas significativement différentes entre les deux formations : le score moyen total était de 44.71/62 et de 46.56/62 respectivement pour la formation basse fidélité et formation haute-fidélité ($p=0,06$). Pour autant, parmi les 31 items, onze montraient une différence significative dont le positionnement de la tête, l'adaptation du support ventilatoire en fonction de l'âge, débiter par 5 insufflations, la décompression complète lors du massage cardiaque externe et le rythme 15/2 de la RCP (Tableau 3). La période de No-Flow était significativement plus courte après la formation haute-fidélité : la moyenne était de 0,98 minutes (59 secondes) et 0,43 minutes (26 secondes), respectivement pour la formation basse fidélité et haute-fidélité ($p=0,0001$).

La satisfaction globale était significativement meilleure après la formation haute-fidélité (79% vs 86%, $p=0,04$). Par ailleurs, la régression du stress était significativement plus importante après la formation haute-fidélité (Tableau 4). Enfin, la confiance en soi et la reconnaissance des

points forts et des points faibles étaient également meilleures après la formation haute-fidélité (Tableau 5).

DISCUSSION

Notre étude a montré une meilleure efficacité de la formation par simulation haute-fidélité pour l'acquisition des compétences non techniques par rapport à la formation par simulation basse fidélité, évaluée par l'*Ottawa Crisis Resource Management Global Rating Scale*. Cette différence entre les deux types de simulation peut être expliquée, d'une part, par la mise en situation de scénarios réalistes avec la création d'un environnement réaliste et l'utilisation de mannequins dotés de paramètres technologiques mimant des réactions physiologiques du nourrisson et de l'enfant ; et d'autre part, par le débriefing, temps essentiel dans l'apprentissage des compétences selon l'HAS(38). Dans notre étude, seule la notion de leadership n'était pas significativement différente entre les deux formations. Au sein d'une caserne tout comme d'un équipage de sapeurs-pompiers, il existe une hiérarchie prédéfinie dans laquelle le chef d'agrès tient la place du leader. Ainsi, il n'est pas étonnant de ne pas trouver de différence concernant le leadership dans cette population, contrairement à une étude menée par Cheng et al.(28) qui a montré une amélioration significative des compétences de leadership après formation par simulation haute-fidélité mais également après formation par simulation basse fidélité lorsque celle-ci était associée à un débriefing.

Une autre explication à la supériorité de la formation haute-fidélité sur la basse fidélité, pourrait être le phénomène d'apprentissage. Il est possible que la répétition dans le temps de formation sur le même sujet ou l'apport d'une formation supplémentaire améliore les compétences non techniques. Pour notre étude, nous avons émis l'hypothèse, suggérée par l'étude de Finan et al. en 2012(25), que la rétention des connaissances et compétences techniques et non techniques était moindre à distance de la formation par simulation basse fidélité. Nous avons testé cette hypothèse par la réalisation d'un questionnaire de connaissances théoriques « pré test 2 » avant la formation par simulation haute-fidélité. Celui-ci a montré une amélioration des connaissances théoriques avec une différence significative en comparaison au questionnaire initial « pré test 1 » soit avant toute formation, contredisant notre hypothèse. Pour autant, la corrélation entre les connaissances théoriques et les compétences non techniques a été étudiée par Parker et al(29) : des résultats élevés aux examens de dernière année en médecine n'étaient pas un bon indicateur de l'aptitude au travail d'équipe. De la même façon,

Rodgers et al(30) ont constaté que les résultats des questionnaires de connaissances ne prévalaient pas sur les aptitudes au travail d'équipe. Ce constat pourrait s'expliquer par l'utilisation de deux types de mémoire différente : l'apprentissage des connaissances fait appel à la mémoire sémantique tandis que les compétences non techniques correspondent à la mémoire procédurale, toutes deux suivant des circuits limbiques différents.

Par ailleurs, pour limiter « l'effet répétition », nous avons réalisé un tirage au sort pour la constitution des équipages à chaque étape de l'étude ; les membres d'un équipage n'étaient donc pas habitués à travailler ensemble même après la dernière étape de l'étude, pondérant ainsi l'effet d'apprentissage pour les compétences non techniques et donc renforçant la notion de « supériorité » de la formation haute-fidélité par rapport à la formation basse fidélité.

Enfin, l'impact de mémorisation des apprentissages est différent selon le niveau de simulation : la simulation basse fidélité (participation à des ateliers) correspond à une rétention de l'information de l'ordre de 50 à 70% versus 70 à 90% pour la simulation haute-fidélité selon le cône d'apprentissage d'Edgar Dale (Annexe 17).

Plusieurs équipes (14,16,18,19,31) ont, comme nous, comparé la simulation haute-fidélité et basse fidélité sur l'apprentissage de connaissances théoriques. Celles-ci analysaient deux groupes d'étudiants ou internes en médecine, l'un formé par simulation basse fidélité et l'autre pas simulation haute-fidélité ; les pré- et post-test étaient significativement différents pour chaque groupe. Dans notre étude, la comparaison entre la formation basse et haute-fidélité se faisait par la comparaison des résultats entre post test 1 et pré test 1 et, entre post test 2 et pré test 2. Les résultats étaient significatifs après la formation basse fidélité mais il n'y avait pas de différence significative entre pré test 2 et post test 2. Cependant il existait tout de même une amélioration entre post test 1 et post test 2, mais non significative. Ces résultats sont en partie liés au schéma de notre étude et comme nous l'avons vu plus haut à notre hypothèse de départ sur « l'oubli » qui ne s'est pas vérifié. Il est possible aussi que compte tenu de notre schéma, les apprenants aient « révisé » avant la formation haute-fidélité, faussant ainsi cette notion d'oubli.

L'acquisition globale des compétences techniques n'était pas significativement différente entre les deux formations. Ces résultats concordent avec les données de la littérature. Adams et al(14) Curran et al(32) et Massoth et al(33) ont comparé les compétences techniques après une formation par simulation haute-fidélité versus basse fidélité chez des internes en médecine et n'ont pas retrouvé de différence significative entre les deux groupes. Adams et al(14) a émis

l'hypothèse que la simulation basse fidélité serait peut-être plus adaptée pour les apprenants novices alors que la simulation haute-fidélité, nécessitant la réalisation simultanée de plusieurs tâches et une attention soutenue, conviendrait mieux aux apprenants expérimentés. Néanmoins, une supériorité de la simulation haute-fidélité a été retrouvée dans une étude menée par Donoghue et al(34) pour l'apprentissage des compétences techniques mais celle-ci était basée uniquement sur la différence de réalisme des mannequins, la simulation haute-fidélité ne comprenait pas de débriefing et l'évaluation était faite immédiatement après la formation. Dans notre étude, onze items du score de compétences techniques étaient significativement plus élevés après la formation par simulation haute-fidélité ; parmi eux, l'utilisation d'un plan dur, les cinq insufflations starters, le rythme 15 compressions thoraciques / 2 insufflations et la décompression complète lors du massage cardiaque externe. Le délai avant le début de la réanimation cardio-pulmonaire était également plus court de façon significative après la formation par simulation haute-fidélité, tout comme les résultats d'une récente étude menée par McCoy et al(35). Il est intéressant de noter que les items pour lesquels on retrouve une différence significative sont en grande partie ceux qui différencient la prise en charge pédiatrique de la prise en charge adulte. Cela montre bien l'efficacité de la formation sur les particularités pédiatriques, les sapeurs-pompiers étant plutôt formés habituellement aux prises en charge adultes.

La satisfaction globale ainsi que la diminution du stress après formation étaient significativement meilleures après la simulation haute-fidélité. Par contre, le niveau de stress avant formation était significativement plus élevé avant la simulation haute-fidélité qu'avant la simulation basse fidélité, probablement lié à la notion d'évaluation pour les sapeurs-pompiers et à la volonté de mieux faire à la deuxième évaluation. Il est aussi, comme dans beaucoup d'étude, mis en évidence une amélioration de la confiance en soi plus importante après la formation haute-fidélité qu'après la formation basse fidélité. Là aussi, il est difficile d'affirmer que cette diminution ne soit liée qu'à la différence de la formation et pas à la répétition d'une formation.

Limites et points forts

Notre étude présente quelques limites : tout d'abord, la faible taille de notre échantillon et les 37,8% de perdus de vue au cours de l'étude. La seconde limite est notre modèle d'étude linéaire entraînant un probable biais d'apprentissage comme expliqué précédemment. Enfin,

l'Ottawa Crisis Resource Management Global Rating Scale est un score validé en anglais, traduit en français et pour lequel nous avons ajouté certaines précisions afin d'en faciliter son utilisation. De plus, il est validé sur une population d'internes canadiens en chirurgie et anesthésie et non sur des sapeurs-pompiers. Néanmoins, les sapeurs-pompiers, tout comme les anesthésistes, sont habitués et formés au *Crisis Resource Management* et aux méthodes de débriefing.

Le premier point fort de notre étude est son caractère prospectif. Le second est le tirage au sort des équipages lors des formations et évaluations permettant ainsi d'éviter les habitudes de travail au sein des équipages et rendant les deux évaluations statistiquement indépendantes. De plus, l'évaluation de notre formation se rapproche du niveau 3 de la classification de Kirkpatrick (Annexe 18). En effet, celle-ci évalue l'impact d'une formation selon 4 niveaux : les réactions (la satisfaction), l'apprentissage (les connaissances théoriques et les compétences techniques), les comportements (changement de pratiques professionnelles, performances de travail en équipe) et les résultats (impact sur la prise en charge des patients). En utilisant la simulation haute-fidélité pour la mise en pratique des évaluations, nous nous sommes rapprochés au mieux des situations cliniques réelles impliquant les pratiques professionnelles. Enfin, la satisfaction des apprenants après les deux formations est élevée et leur sentiment de stress face à une détresse vitale pédiatrique est diminué. Or, deux études menées respectivement sur des commandants de bord de la NASA et sur des pilotes, ont montré une corrélation inverse entre le niveau de stress ressenti ou endocrinien et les performances(36,37). Une autre étude menée par Gouin et al(13) a retrouvé des résultats similaires avec une corrélation inverse significative entre les niveaux de stress perçu par les apprenants anesthésistes pendant la séance de simulation haute-fidélité et les performances non techniques. De plus, la répétition des séances de simulation permettait une réduction du stress ressenti. Comme le suggéraient les auteurs, le manque d'expérience des apprenants pourrait être la source du stress. La formation régulière par simulation haute-fidélité permettrait de multiplier les confrontations à des situations aigües, entretenir les compétences et diminuer le stress ; les apprenants pourraient ainsi continuer d'améliorer leurs aptitudes au travail d'équipe.

CONCLUSION

L'apprentissage des compétences non techniques est un facteur clé dans la prise en charge des situations cliniques aiguës. La simulation haute-fidélité semble permettre une meilleure formation que la simulation basse fidélité pour l'acquisition de ces compétences non techniques et de la confiance en soi, nécessaire à la diminution du stress lors de la prise en charge de situation de crise. Elle permet aussi une meilleure acquisition des compétences techniques prioritaires selon les objectifs de formation et les apprenants lui attribuent un haut niveau de satisfaction et d'intérêt. Il paraît ainsi important de poursuivre et d'étendre cette méthode d'enseignement dans la formation des sapeurs-pompiers et probablement à l'ensemble des professionnels de santé, médicaux et paramédicaux, de façon régulière et à long terme. Par ailleurs, une étude évaluant l'impact de cet apprentissage dans la « vie réelle » serait intéressante. Une question reste encore à travailler et à évaluer : l'aspect économique de la formation et ses retombées attendus en termes d'économie de santé.

BIBLIOGRAPHIE

1. Oriot D, Boureau-Voultoury A, Ghazali A, Brèque C, Scépi M. Intérêt de la simulation en pédiatrie. *Arch Pédiatrie*. 2013 Jun;20(6):667–72.
2. Lassalle V, Berton J, Bouhours G, Péres M, Bossard G, Granry J-C. [Medical paediatric simulation: a European survey]. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2009 Aug;28(7–8):628–33.
3. Ballangrud R, Persenius M, Hedelin B, Hall-Lord ML. Exploring intensive care nurses' team performance in a simulation-based emergency situation, - expert raters' assessments versus self-assessments: an explorative study. *BMC Nurs*. 2014;13(1):47.
4. D'Asta F, Homsy J, Sforzi I, Wilson D, de Luca M. "SIMBurns": A high-fidelity simulation program in emergency burn management developed through international collaboration. *Burns J Int Soc Burn Inj*. 2018 Sep 26;
5. Gaba D. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care*. 2004 Oct;13(Suppl 1):i2–10.
6. Cooper JB, Newbower RS, Kitz RJ. An analysis of major errors and equipment failures in anesthesia management: considerations for prevention and detection. *Anesthesiology*. 1984 Jan;60(1):34–42.
7. Kim J, Neilipovitz D, Cardinal P, Chiu M, Clinch J. A pilot study using high-fidelity simulation to formally evaluate performance in the resuscitation of critically ill patients: The University of Ottawa Critical Care Medicine, High-Fidelity Simulation, and Crisis Resource Management I Study. *Crit Care Med*. 2006 Aug;34(8):2167–74.
8. Prakash S, Bihari S, Need P, Sprick C, Schuwirth L. Immersive high fidelity simulation of critically ill patients to study cognitive errors: a pilot study. *BMC Med Educ*. 2017 Feb 8;17(1):36.
9. Dias RD, Scalabrini-Neto A. Acute stress in residents playing different roles during emergency simulations: a preliminary study. *Int J Med Educ*. 2017 Jun 19;8:239–43.
10. Keitel A, Ringleb M, Schwartzes I, Weik U, Picker O, Stockhorst U, et al. Endocrine and psychological stress responses in a simulated emergency situation. *Psychoneuroendocrinology*. 2011 Jan;36(1):98–108.
11. Clarke S, Horeczko T, Cotton D, Bair A. Heart rate, anxiety and performance of residents during a simulated critical clinical encounter: a pilot study. *BMC Med Educ*. 2014 Jul 27;14:153.
12. Müller MP, Hänsel M, Fichtner A, Hardt F, Weber S, Kirschbaum C, et al. Excellence in performance and stress reduction during two different full scale simulator training courses: a pilot study. *Resuscitation*. 2009 Aug;80(8):919–24.
13. Gouin A, Damm C, Wood G, Cartier S, Borel M, Villette-Baron K, et al. Evolution of stress in anaesthesia registrars with repeated simulated courses: An observational study. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2017 Feb;36(1):21–6.

14. Adams AJ, Wasson EA, Admire JR, Pablo Gomez P, Babayeuski RA, Sako EY, et al. A Comparison of Teaching Modalities and Fidelity of Simulation Levels in Teaching Resuscitation Scenarios. *J Surg Educ*. 2015 Oct;72(5):778–85.
15. Cheng A, Lockey A, Bhanji F, Lin Y, Hunt EA, Lang E. The use of high-fidelity manikins for advanced life support training--A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2015 Aug;93:142–9.
16. Conlon LW, Rodgers DL, Shofer FS, Lipschik GY. Impact of levels of simulation fidelity on training of interns in ACLS. *Hosp Pract* 1995. 2014 Oct;42(4):135–41.
17. Beal MD, Kinnear J, Anderson CR, Martin TD, Wamboldt R, Hooper L. The Effectiveness of Medical Simulation in Teaching Medical Students Critical Care Medicine: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2017 Apr;12(2):104–16.
18. Lo BM, Devine AS, Evans DP, Byars DV, Lamm OY, Lee RJ, et al. Comparison of traditional versus high-fidelity simulation in the retention of ACLS knowledge. *Resuscitation*. 2011 Nov;82(11):1440–3.
19. Coolen EHAJ, Draaisma JMT, Hogeveen M, Antonius TAJ, Lommen CML, Loeffen JL. Effectiveness of high fidelity video-assisted real-time simulation: a comparison of three training methods for acute pediatric emergencies. *Int J Pediatr*. 2012;2012:709569.
20. Clarke S, Horeczko T, Carlisle M, Barton JD, Ng V, Al-Somali S, et al. Emergency medicine resident crisis resource management ability: a simulation-based longitudinal study. *Med Educ Online*. 2014;19:25771.
21. Sudikoff SN, Overly FL, Shapiro MJ. High-fidelity medical simulation as a technique to improve pediatric residents' emergency airway management and teamwork: a pilot study. *Pediatr Emerg Care*. 2009 Oct;25(10):651–6.
22. Yee B, Naik VN, Joo HS, Savoldelli GL, Chung DY, Houston PL, et al. Nontechnical skills in anesthesia crisis management with repeated exposure to simulation-based education. *Anesthesiology*. 2005 Aug;103(2):241–8.
23. Truta TS, Boeriu CM, Copotoiu S-M, Petrisor M, Turucz E, Vatau D, et al. Improving nontechnical skills of an interprofessional emergency medical team through a one day crisis resource management training. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2018 Aug 10 [cited 2019 Jan 31];97(32). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6133458/>
24. Gu Y, Witter T, Livingston P, Rao P, Varshney T, Kuca T, et al. The effect of simulator fidelity on acquiring non-technical skills: a randomized non-inferiority trial. *Can J Anaesth J Can Anesth*. 2017 Dec;64(12):1182–93.
25. Finan E, Bismilla Z, Campbell C, Leblanc V, Jefferies A, Whyte HE. Improved procedural performance following a simulation training session may not be transferable to the clinical environment. *J Perinatol Off J Calif Perinat Assoc*. 2012 Jul;32(7):539–44.
26. Anderson JM, Murphy AA, Boyle KB, Yaeger KA, Halamek LP. Simulating extracorporeal

membrane oxygenation emergencies to improve human performance. Part II: assessment of technical and behavioral skills. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2006;1(4):228–32.

27. Brett-Fleegler MB, Vinci RJ, Weiner DL, Harris SK, Shih M-C, Kleinman ME. A simulator-based tool that assesses pediatric resident resuscitation competency. *Pediatrics*. 2008 Mar;121(3):e597-603.

28. Cheng A, Hunt EA, Donoghue A, Nelson-McMillan K, Nishisaki A, Leflore J, et al. Examining pediatric resuscitation education using simulation and scripted debriefing: a multicenter randomized trial. *JAMA Pediatr*. 2013 Jun;167(6):528–36.

29. Parker R, Hodierne L, Anderson ES, Davies RS, Elloy M. Academic ability and teamworking in medical students. *Clin Teach*. 2018 May 28;

30. Rodgers DL, Bhanji F, McKee BR. Written evaluation is not a predictor for skills performance in an Advanced Cardiovascular Life Support course. *Resuscitation*. 2010 Apr;81(4):453–6.

31. Hoadley TA. Learning advanced cardiac life support: a comparison study of the effects of low- and high-fidelity simulation. *Nurs Educ Perspect*. 2009 Apr;30(2):91–5.

32. Curran V, Fleet L, White S, Bessell C, Deshpandey A, Drover A, et al. A randomized controlled study of manikin simulator fidelity on neonatal resuscitation program learning outcomes. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2015 Mar;20(1):205–18.

33. Massoth C, Röder H, Ohlenburg H, Hessler M, Zarbock A, Pöpping DM, et al. High-fidelity is not superior to low-fidelity simulation but leads to overconfidence in medical students. *BMC Med Educ*. 2019 Jan 21;19(1):29.

34. Donoghue AJ, Durbin DR, Nadel FM, Stryjewski GR, Kost SI, Nadkarni VM. Effect of high-fidelity simulation on Pediatric Advanced Life Support training in pediatric house staff: a randomized trial. *Pediatr Emerg Care*. 2009 Mar;25(3):139–44.

35. McCoy CE, Rahman A, Rendon JC, Anderson CL, Langdorf MI, Lotfipour S, et al. Randomized Controlled Trial of Simulation vs. Standard Training for Teaching Medical Students High-quality Cardiopulmonary Resuscitation. *West J Emerg Med*. 2019 Jan;20(1):15–22.

36. Leino TK, Leppäluoto J, Ruokonen A, Kuronen P. Neuroendocrine responses to psychological workload of instrument flying in student pilots. *Aviat Space Environ Med*. 1999 Jun;70(6):565–70.

37. Bowles S, Ursin H, Picano J. Aircrew perceived stress: examining crew performance, crew position and captains personality. *Aviat Space Environ Med*. 2000 Nov;71(11):1093–7.

38. https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2012-01/simulation_en_sante_-_rapport.pdf

TABLEAUX ET FIGURES

FIGURE 1

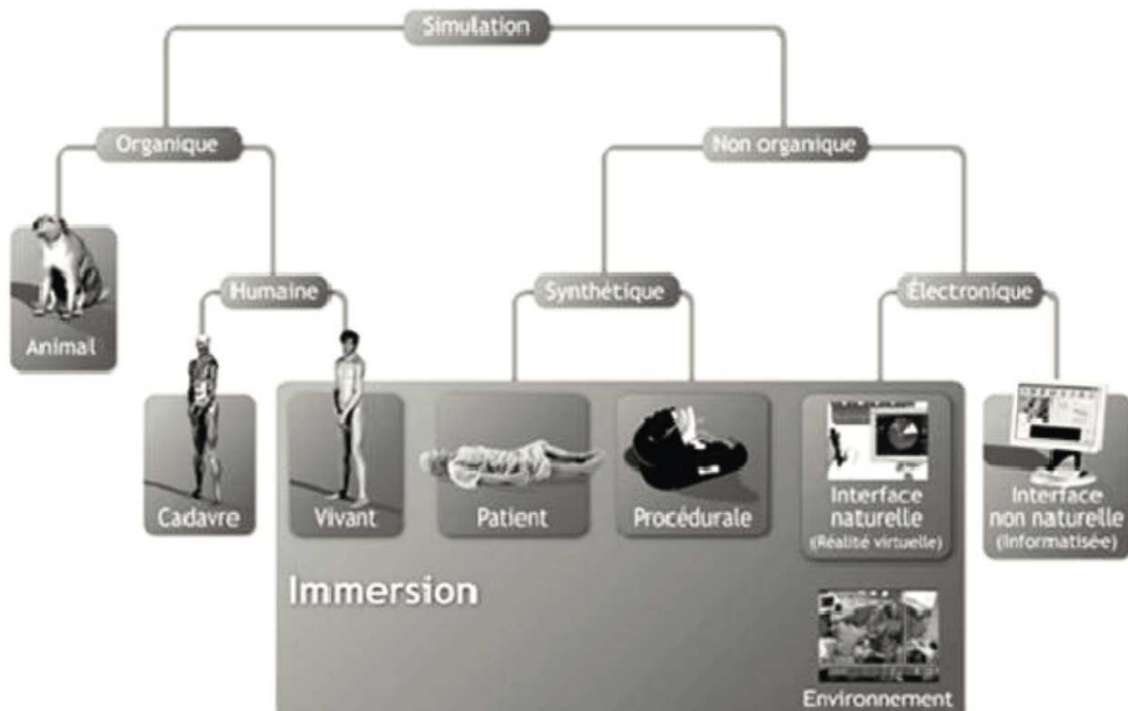


Figure 1 : Les différents types de simulation

FIGURE 2

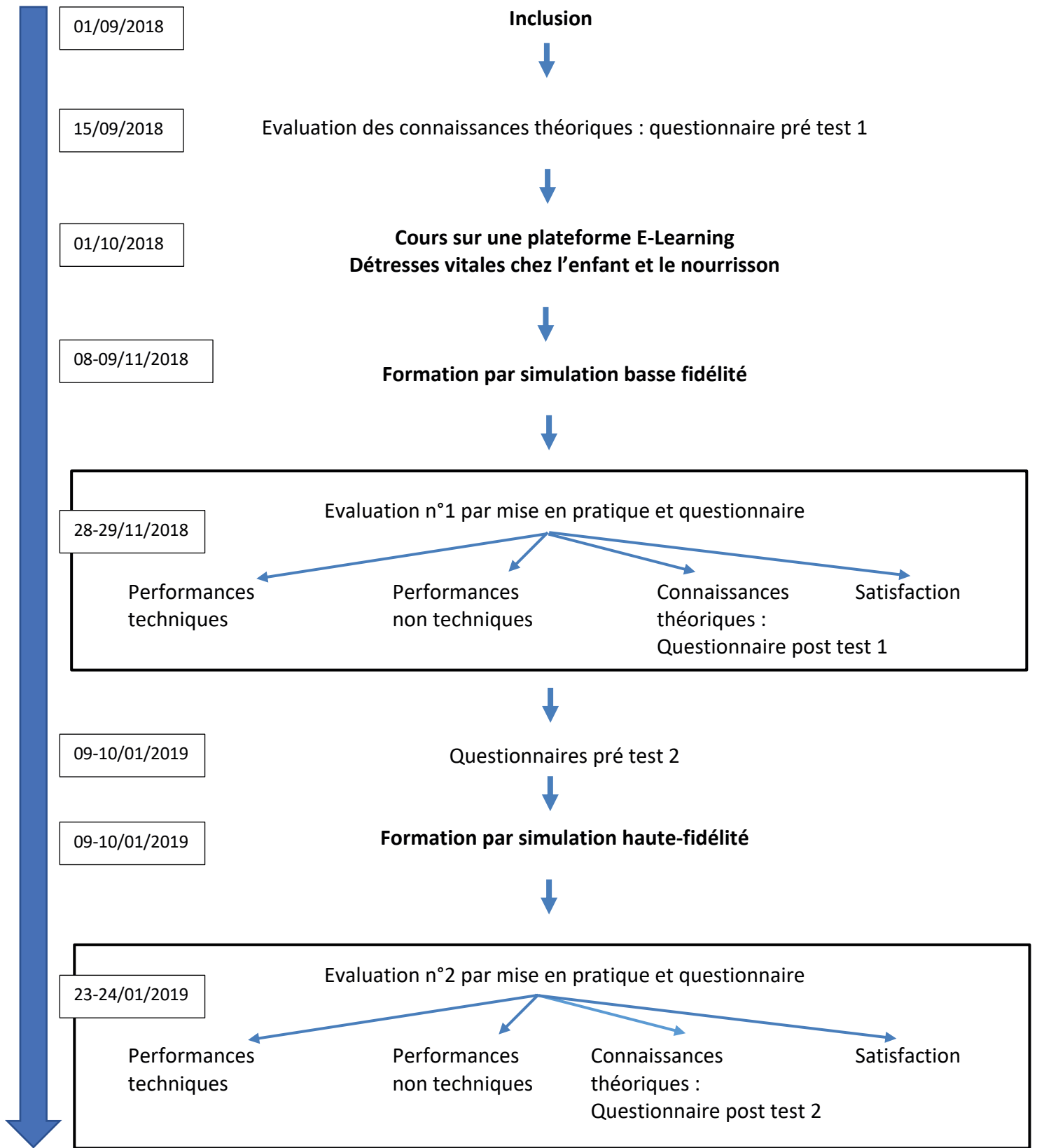


Figure 2 : Design de l'étude

FIGURE 3

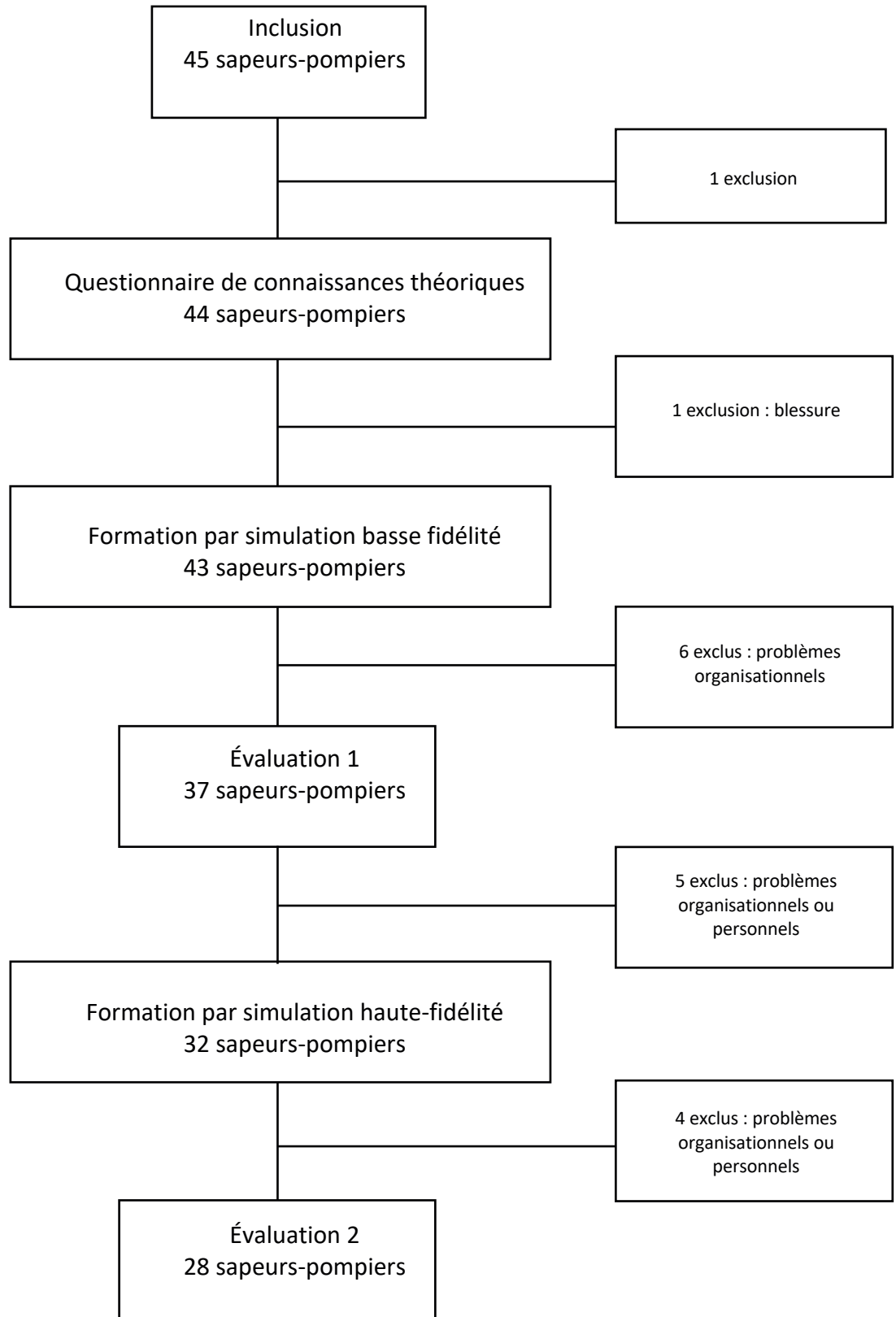


Figure 3 : Diagramme de flux

TABLEAU 1

Caractéristiques	Valeurs
Age moyen	38,1
Grade	
Chef d'agrès (%)	17(60,7)
Conducteur (%)	6 (21,5)
Equipier (%)	5 (17,8)
Sexe	
Féminin (%)	2 (7,1)
Masculin (%)	26 (92,9)
Expérience en années (moyenne)	9,5
Antécédent de simulation	
Oui (%)	9 (32,1)
Non (%)	19 (67,0)
Confrontation à une détresse vitale de l'enfant	
Oui (%)	20 (71,4)
Non (%)	8 (28,6)
Confrontation à un massage cardiaque externe de l'enfant	
Oui (%)	15 (53,6)
Non (%)	13 (46,4)
Formation pédiatrique suffisante	
Non (%)	28 (100)

Tableau 1 : Caractéristiques de la population

TABEAU 2

	Evaluation 1 après formation basse fidélité	Evaluation 2 après formation haute- fidélité	p	IC95%
Communication				
Médiane (min-max)	5,33 (4,33-6,33)	6 (4-6,33)	0,009	[0,33 ; 0,67]
Moyenne (SD)	5,19 (0,57)	5,63(0,75)		
Leadership				
Médiane (min-max)	5 (4-6,33)	5,5 (3,67-6,67)	0,09	[-7,8 ; 9,99]
Moyenne (SD)	4,99(0,77)	5,47(0,85)		
Utilisation de ressources				
Médiane (min-max)	4,83 (3,67-5,67)	5,33 (4-6)	0,03	[1,18 ; 6,69]
Moyenne (SD)	4,7(0,72)	5,21(0,59)		
Connaissance de la situation				
Médiane (min-max)	4,33 (3,67-5,67)	5,67 (4,33-6,67)	<0,0001	[0,67 ; 1,34]
Moyenne (SD)	4,52(0,77)	5,45(0,63)		
Résolution de problème				
Médiane (min-max)	4,67 (4-5,67)	5,33 (4,6,33)	0,0003	[0,33 ; 0,99]
Moyenne (SD)	4,56(0,51)	5,15(0,68)		
Global				
Médiane (min-max)	4,67 (4-5,67)	5,67 (4,33-6,67)	<0,0001	[0,33 ; 1,33]
Moyenne (SD)	4,64(0,56)	5,49(0,82)		
Score total				
Médiane (min-max)	29,33 (24-35,33)	33,34 (25,67-40)	0,0003	[0,67 ; 5,67]
Moyenne (SD)	28,2(3,53)	32,14(4,64)		

Tableau 2 : Evaluation des compétences non techniques

FIGURE 4

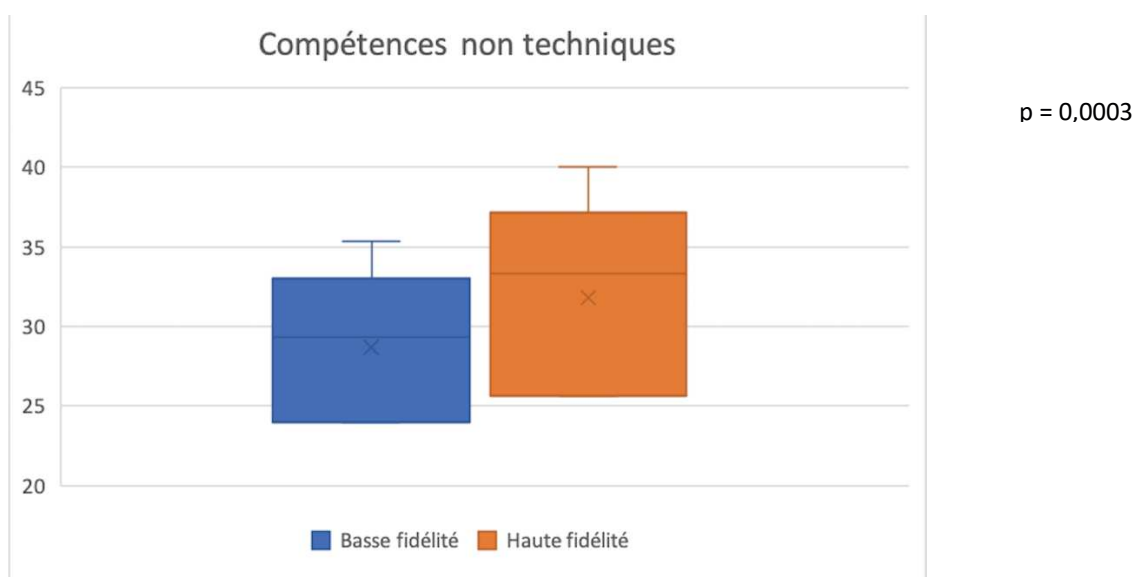
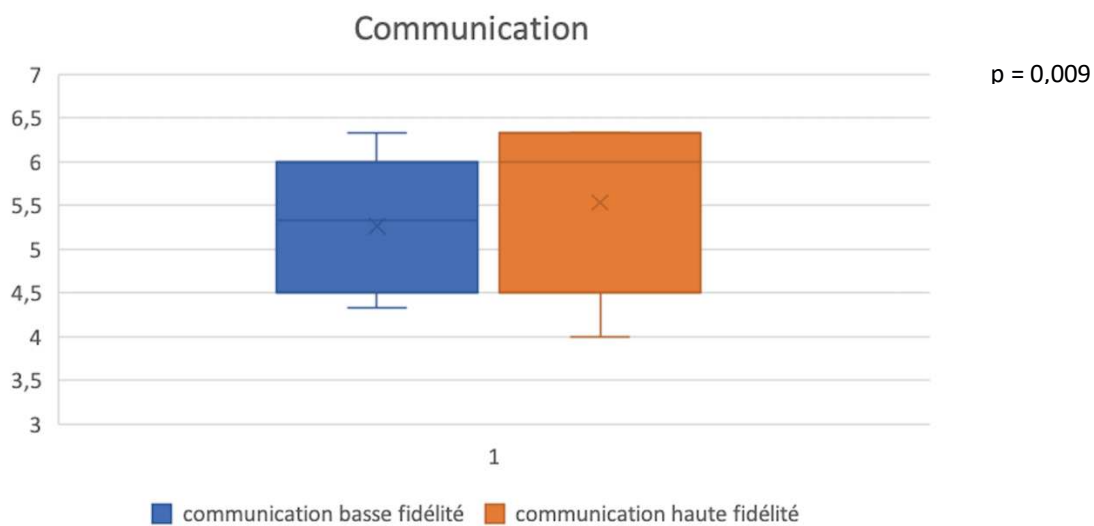
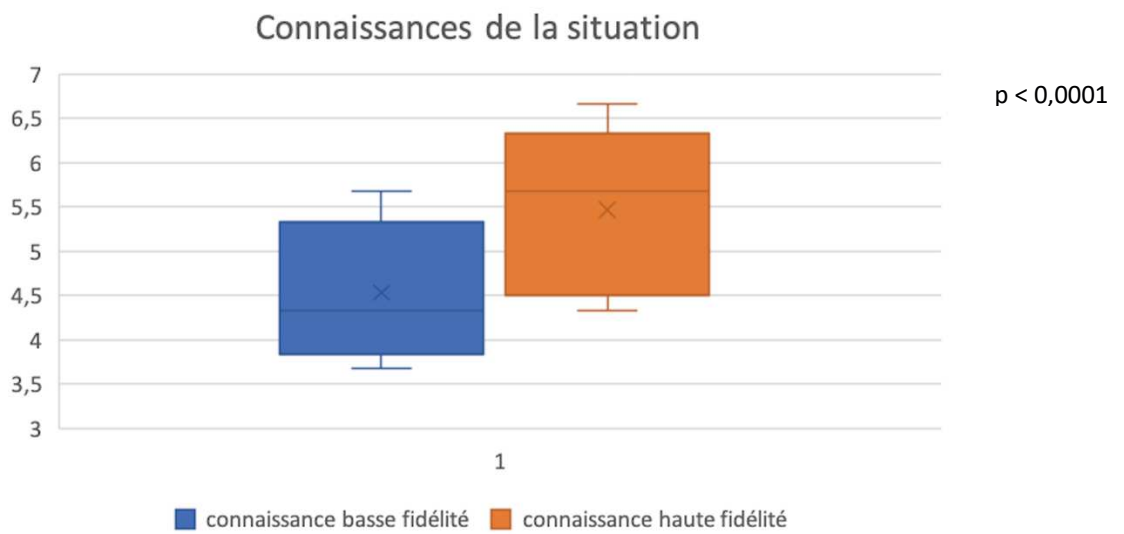
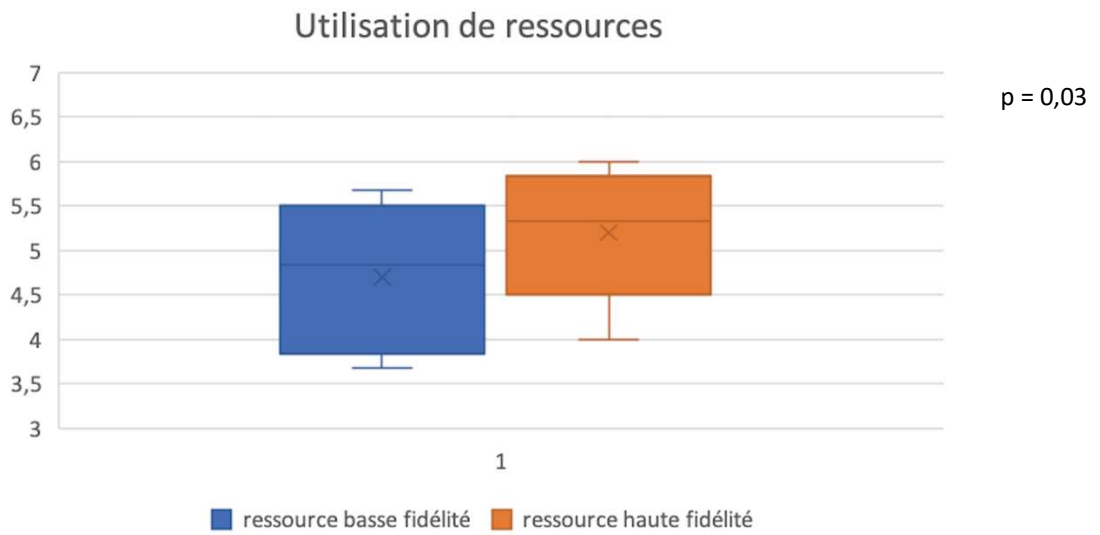
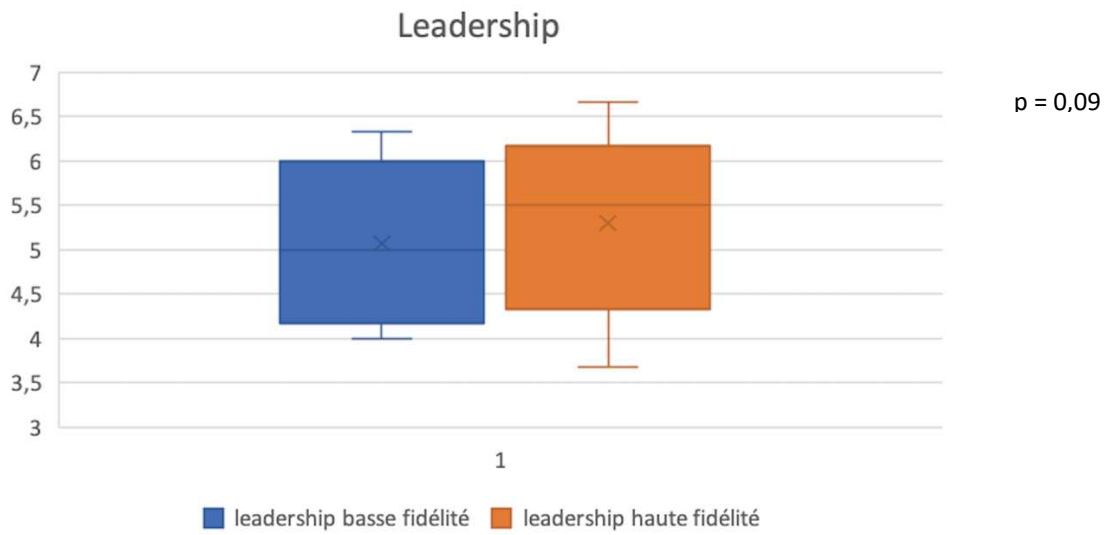


Figure 4 : note totale des compétences non techniques

FIGURE 5





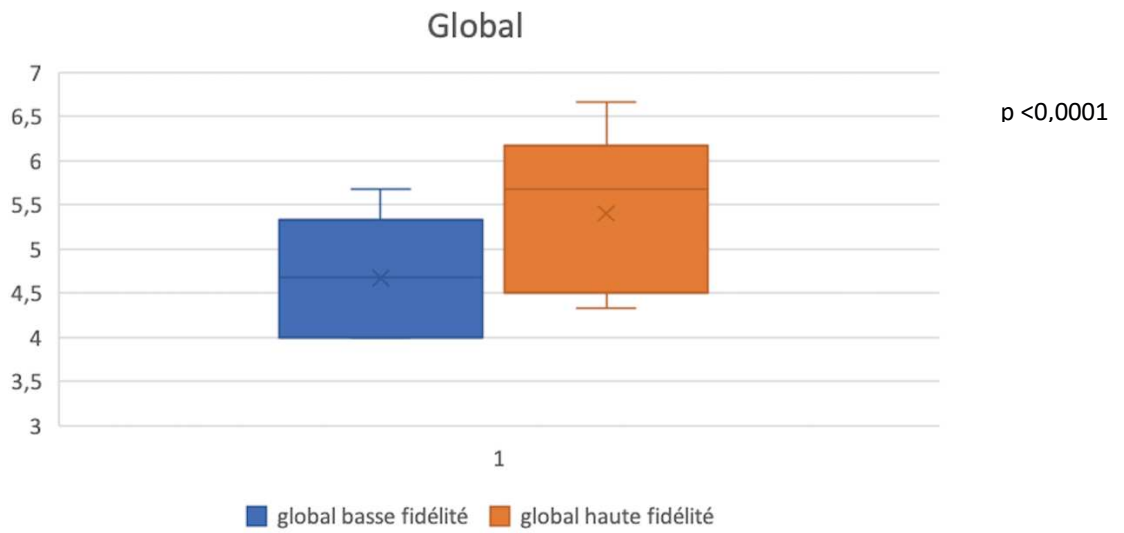


Figure 5 : Résultats par domaine de compétences non techniques

FIGURE 6

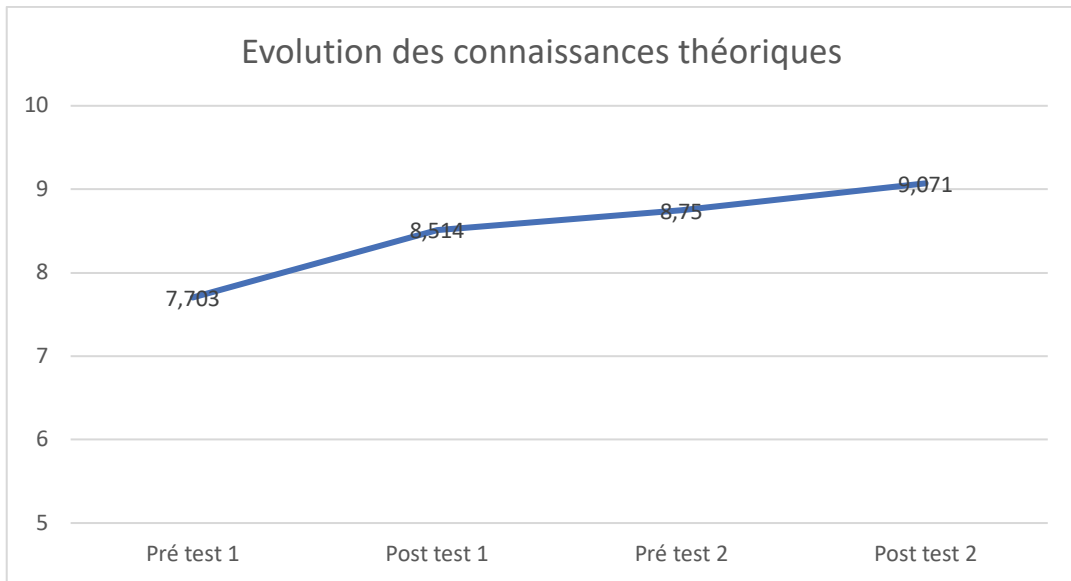
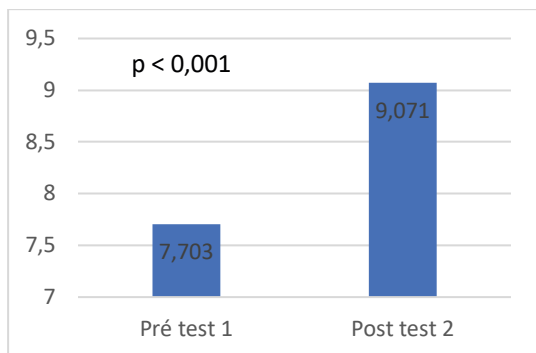
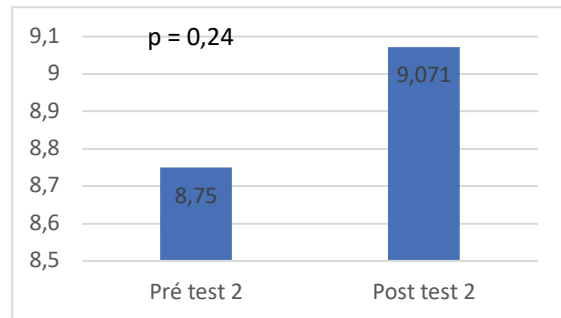
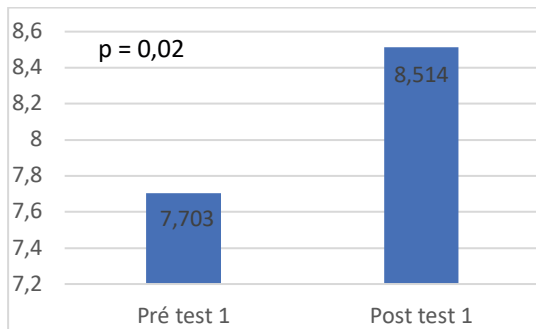


Figure 6 : Evolution des connaissances théoriques au cours du temps

FIGURE 7



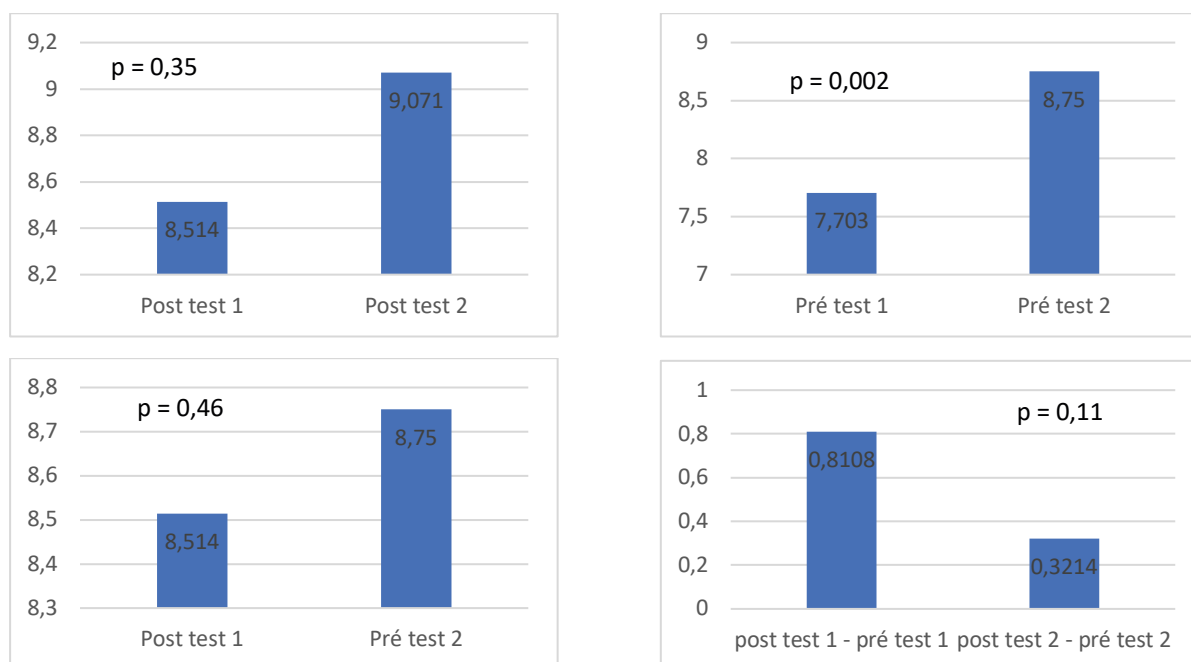


Figure 7 : comparaison des questionnaires de connaissances théoriques aux différents temps de l'étude

TABLEAU 3

		Evaluation 1 après formation basse fidélité	Evaluation 2 après formation haute-fidélité	p
Item 1	Moyenne (SD)	1,95 (0,12)	2 (0)	0,027
	Médiane (min-max)	2 (1,67-2)	2 (2-2)	
Item 2	Moyenne (SD)	1,93 (0,19)	1,79 (63)	0,88
	Médiane (min-max)	2 (1,33-2)	2 (0-2)	
Item 3	Moyenne (SD)	1,54 (0,57)	1,57 (0,83)	0,18
	Médiane (min-max)	2 (0,33-2)	2 (0-2)	
Item 4	Moyenne (SD)	1,49 (0,75)	2 (0)	0,0002
	Médiane (min-max)	2 (0-2)	2 (2-2)	
Item 5	Moyenne (SD)	1,81 (0,32)	1,89 (0,32)	0,07
	Médiane (min-max)	2 (1-2)	2 (1-2)	
Item 6	Moyenne (SD)	1,27 (0,88)	1,46 (0,84)	0,16
	Médiane (min-max)	1,67 (0-2)	2 (0-2)	
Item 7	Moyenne (SD)	1,97 (0,09)	2 (0)	0,13
	Médiane (min-max)	2 (1,67-2)	2 (2-2)	
Item 8	Moyenne (SD)	1,97 (0,09)	1,86 (0,32)	0,18
	Médiane (min-max)	2 (1,67-2)	2 (1-2)	
Item 9	Moyenne (SD)	0,38 (0,56)	0,09 (15)	0,08

	Médiane (min-max)	0 (0-1,67)	0 (0-0,33)	
Item 10	Moyenne (SD)	1,59 (0,33)	1,48 (0,46)	0,36
	Médiane (min-max)	1,67 (1-2)	1,5 (0,67-2)	
Item 11	Moyenne (SD)	0,89 (0,38)	1,63 (0,10)	<0,0001
	Médiane (min-max)	1 (0,33-1,5)	1,67 (1,33-1,67)	
Item 12	Moyenne (SD)	1,35 (0,35)	1,26 (0,33)	0,39
	Médiane (min-max)	1,33 (0,67-2)	1,33 (0,67-1,67)	
Item 13	Moyenne (SD)	1,21 (0,6)	1,27 (0,4)	0,68
	Médiane (min-max)	1 (0,33-2)	1,33 (0,67-2)	
Item 14	Moyenne (SD)	0,84 (0,84)	0,99 (0,68)	0,54
	Médiane (min-max)	0,33 (0-2)	1,33 (0-2)	
Item 15	Moyenne (SD)	1,95 (0,12)	1,97 (0,10)	0,53
	Médiane (min-max)	2 (1,67-2)	2 (1,67-2)	
Item 16	Moyenne (SD)	1,85 (0,25)	1,93 (0,26)	0,04
	Médiane (min-max)	2 (1,33-2)	2 (1-2)	
Item 17	Moyenne (SD)	1,7 (0,36)	1,77 (0,34)	0,35
	Médiane (min-max)	1,67 (0,67-2)	2 (1-2)	
Item 18	Moyenne (SD)	0,94 (0,44)	1,7 (0,37)	<0,0001
	Médiane (min-max)	1 (0-1,67)	2 (1-2)	
Item 19	Moyenne (SD)	1,59 (0,49)	1,57 (0,33)	0,37
	Médiane (min-max)	1,67 (0,67-2)	1,67 (1-2)	
Item 20	Moyenne (SD)	1,09 (0,59)	1,25 (0,6)	0,31
	Médiane (min-max)	1,33 (0-2)	1,33 (0-2)	
Item 21	Moyenne (SD)	0,2 (0,45)	0,26 (0,45)	0,18
	Médiane (min-max)	0 (0-1,33)	0 (0-1,67)	
Item 22	Moyenne (SD)	1,7 (0,52)	1,19 (0,79)	0,009
	Médiane (min-max)	2 (0,33-2)	1,33 (0-2)	
Item 23	Moyenne (SD)	1,7 (0,35)	1,75 (0,34)	0,27
	Médiane (min-max)	1,67 (1,33-2)	2 (1-2)	
Item 24	Moyenne (SD)	1,62 (0,65)	1,97 (0,10)	0,02
	Médiane (min-max)	2 (0-2)	2 (1,67-2)	
Item 25	Moyenne (SD)	1,46 (0,74)	1,9 (0,22)	0,006
	Médiane (min-max)	2 (0-2)	2 (1,33-2)	
Item 26	Moyenne (SD)	1,44 (0,54)	1,6 (0,4)	0,41
	Médiane (min-max)	1,67 (0,67-2)	1,67 (0,67-2)	
Item 27	Moyenne (SD)	1,32 (45)	1,59 (0,26)	0,007
	Médiane (min-max)	1,33 (0,33-2)	1,67 (1-2)	
Item 28	Moyenne (SD)	1,82 (0,16)	1,98 (0,08)	<0,0001
	Médiane (min-max)	1,67 (1,67-2)	2 (1,67-2)	
Item 29	Moyenne (SD)	1,24 (0,47)	1,52 (0,43)	0,03
	Médiane (min-max)	1,33 (0,33-2)	1,33 (1-2)	
Item 30	Moyenne (SD)	1,29 (0,62)	1,047 (0,45)	0,06
	Médiane (min-max)	1,67 (0,33-2)	1 (0,33-1,67)	
Item 31	Moyenne (SD)	1,67 (0,39)	1,71 (0,53)	0,15
	Médiane (min-max)	1,67 (0,67-2)	2 (0,33-2)	

Total	Moyenne (SD)	44,71 (3,54)	46,56 (2,76)	0,06
	Médiane (min-max)	45,68 (38,66-48,68)	44,71 (42,47-51,22)	
No flow (minutes)	Moyenne (SD)	0,98 (0,19)	0,43 (0,62)	0,0001
	Médiane (min-max)	1,06 (0,25-2,08)	0,34 (0,22-1,08)	

Tableau 3 : Evaluation des compétences techniques

TABLEAU 4

Variables	Après formation basse fidélité	Après formation haute-fidélité	p
Satisfaction globale (%)	79	86	0,04
Stress avant formation (%)	34	51	0,02
Stress après formation (%)	29	37	0,15
Diminution du stress après la formation (%)	5	15	0,03

Tableau 4 : Evaluation de la satisfaction globale et du stress ressenti

TABLEAU 5

Variables	Après formation basse fidélité	Après formation haute-fidélité
Amélioration de la confiance en soi (%)	69,2	85,7
Reconnaissance des points forts et points faibles (%)	84,6	96,4
Formation nécessaire (%)	96,1	96,4
Formation adaptée à la pratique courante (%)	96,1	100
Utilité de la discussion ouverte ou du débriefing (%)	100	100

Tableau 5 : Evaluation des différentes questions de satisfaction

ANNEXES

ANNEXE 1 QUESTIONNAIRE PRE TEST 1

Données personnelles :

Nom, prénom :

Age :

Sexe masculin ou féminin :

Année de formation :

1) Avez-vous déjà pratiqué une séance de simulation ?

Oui – non

2) Avez-vous déjà été confronté à une situation de détresse vitale chez l'enfant ou le nourrisson ?

Oui – non

Si oui laquelle ?

3) Avez-vous déjà réalisé un massage cardiaque externe chez l'enfant ou le nourrisson ?

Oui – non

4) Pensez-vous être suffisamment formé aux situations de détresse vitale chez l'enfant ou le nourrisson ?

Oui – non

5) Si non que pensez-vous qu'il vous manque ? :

1) des connaissances théoriques

2) des compétences pratiques

3) de la confiance

4) des confrontations à la situation

Evaluation des connaissances théoriques :

Une seule réponse est correcte par item.

- A. La première cause d'arrêt cardio-respiratoire de l'enfant ?
- 1) Respiratoire
 - 2) Cardiaque
 - 3) Neurologique
 - 4) Toxique
- B. Quel est le signe permettant de définir un arrêt cardio-respiratoire chez l'enfant ?
- 1) Inconscience
 - 2) Absence de pouls
 - 3) Absence de respiration
 - 4) Cyanose
- C. Par quelle fonction débutez-vous l'évaluation de la détresse vitale ?
- 1) Neurologique
 - 2) Respiratoire
 - 3) Cardiaque
- D. Par quel geste débutez-vous la réanimation pédiatrique :
- 1) Compressions thoraciques
 - 2) Insufflations
 - 3) Choc électrique
- E. Combien d'insufflations faites-vous pour débiter la réanimation :
- 1) 2 insufflations
 - 2) 3 insufflations
 - 3) 4 insufflations
 - 4) 5 insufflations
- F. Quelle alternance compressions/ventilations est utilisée pour le massage cardiaque externe du nourrisson et de l'enfant :

- 1) 30/2
- 2) 15/2
- 3) 30/1
- 4) 15/1

G. Quelle fréquence est adaptée pour les compressions thoraciques chez le nourrisson et l'enfant :

- 1) 140/min
- 2) 60/min
- 3) 100-120/min
- 4) 90/min

H. A quel niveau est-il conseillé de prendre le pouls chez le nourrisson de moins d'un an ?

- 1) Carotidien
- 2) Huméral
- 3) Fémoral

I. En dessous de quelle fréquence cardiaque considère-t-on que la circulation est insuffisante ?

- 1) 50
- 2) 60
- 3) 70
- 4) 80

J. Quand doit être utilisé le défibrillateur lorsque le rythme est choquable ?

- 1) Le plus tôt possible
- 2) Après 2 cycles de massage cardiaque externe et insufflations
- 3) Après 3 cycles de massage cardiaque externe et insufflations

ANNEXE 2
QUESTIONNAIRE PRE TEST 2

Une seule réponse est correcte par item.

- A. Par quel geste débutez-vous la réanimation pédiatrique :
- 1) Compressions thoraciques
 - 2) Choc électrique
 - 3) Insufflations
- B. Quel est le signe permettant de définir un arrêt cardio-respiratoire chez l'enfant ?
- 1) Absence de respiration
 - 2) Inconscience
 - 3) Absence de pouls
 - 4) Cyanose
- C. Quelle alternance compressions/ventilations est utilisée pour le massage cardiaque externe du nourrisson et de l'enfant :
- 1) 30/2
 - 2) 30/1
 - 3) 15/1
 - 4) 15/2
- D. La première cause d'arrêt cardio-respiratoire de l'enfant ?
- 3) Neurologique
 - 1) Respiratoire
 - 2) Cardiaque
 - 4) Toxique
- E. Combien d'insufflations préconisez-vous la première fois :
- 1) 2 insufflations
 - 2) 3 insufflations
 - 3) 4 insufflations

4) 5 insufflations

F. Quand doit être posé le défibrillateur lorsque le rythme est choquable ?

- 1) Après 2 cycles de massage cardiaque externe et insufflations
- 2) Après 3 cycles de massage cardiaque externe et insufflations
- 3) Le plus tôt possible

G. A quel niveau est-il conseillé de prendre le pouls chez le nourrisson de moins d'un an ?

- 1) Huméral
- 2) Carotidien
- 3) Fémoral

H. Quelle fréquence est adaptée pour les compressions thoraciques chez le nourrisson et l'enfant :

- 1) 100-120/min
- 2) 140/min
- 3) 60/min
- 4) 90/min

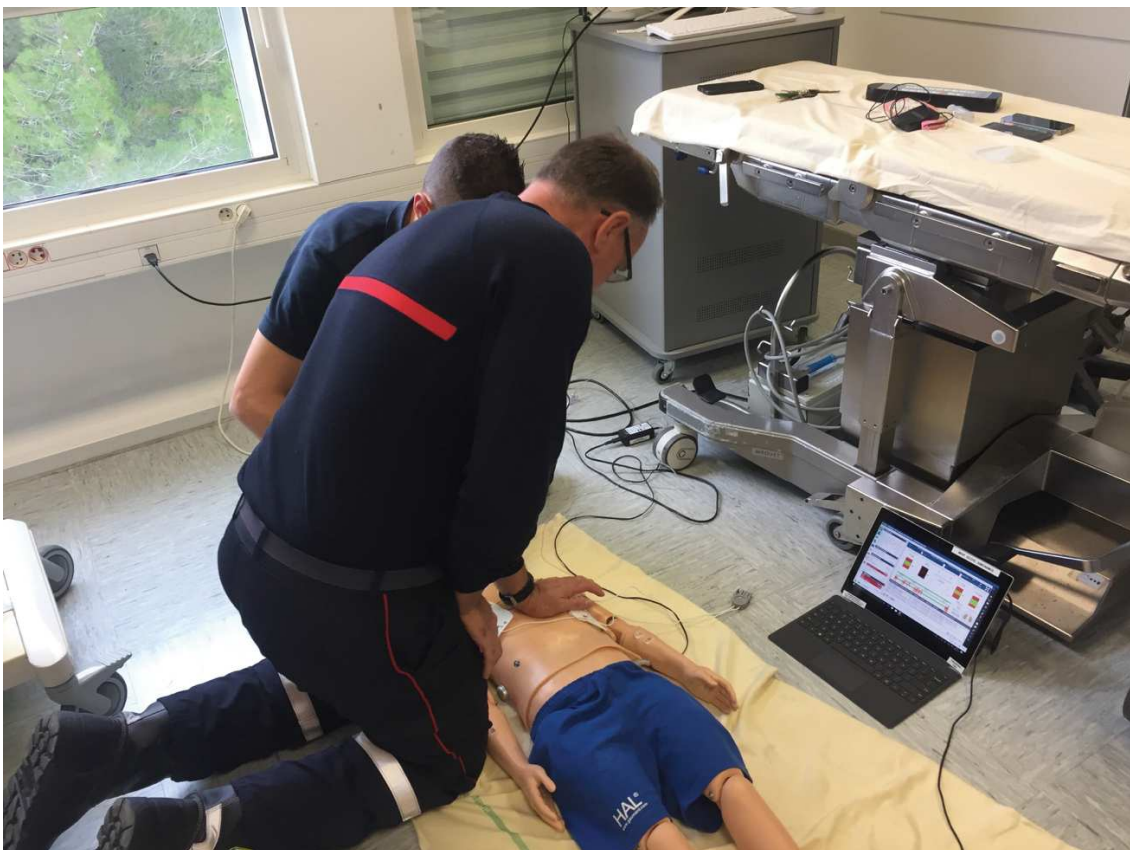
I. En dessous de quelle fréquence cardiaque considère-t-on que la circulation est insuffisante ?

- 1) 50
- 2) 60
- 3) 70
- 4) 80

J. Par quelle fonction débiter vous l'évaluation de la détresse vitale ?

- 1) Cardiaque
- 2) Neurologique
- 3) Respiratoire

ANNEXE 3



a. Atelier Réanimation Cardio-Pulmonaire



b. Atelier massage cardiaque externe

ANNEXE 3 : Ateliers de simulation basse fidélité.

- a. Atelier Réanimation Cardio-Pulmonaire
- b. Atelier massage cardiaque externe

ANNEXE 4



a) Salle de simulation simulant une chambre d'enfant



b) Salle des commandes de la simulation haute-fidélité




c) Réanimation cardio respiratoire au cours du scénario

Annexe 4 : Mise en pratique lors des évaluations

ANNEXE 5

Scénario lors de l'évaluation après formation par simulation basse fidélité

	Nom du Scénario : 1ere évaluation SP Date de la formation : 28 et 29/11/2018	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> Logo du centre </div>	
Contextualisation du scénario			
Centre de simulation	SIMHU NIMES		
Rédacteur(s)	FOURNIER		
Mail contact	philippe.fournier@chu-nimes.fr		
Date de révision	27/11/2018		
Objectifs pédagogiques principaux (3 à 5)			
Techniques (Procéduraux, cognitifs purs) Etre capable de	Non techniques – CRM (Comportement, attitude) Etre capable de		
Reconnaissance signes de gravité Évaluation ABC RCP pédiatrique	Leader Communication d'équipe et organisation d'équipe Appel renfort médical		
Objectifs pédagogiques secondaires (optionnels)			
Nom du patient	Malo	Durée de session	8 à 10 minutes
Résumé global du scénario pour les formateurs			
Un enfant de 5 ans présente une détresse respiratoire. Pendant la prise en charge par les SP il fait un arrêt respiratoire, puis un ACR nécessitant de débiter la RCP pédiatrique et de faire appel à un renfort médical			
PREPARATION DE LA SESSION DE SIMULATION			
Documents associés au scénario à fournir pendant la session (lettre MT, dossier Cs, bio, RX, ECG...)	Fiche vierge d'intervention SP		
Formateurs (techniciens, facilitateurs, instructeurs, voix du simulateur...)	Fonction/Rôle	Nom	
	Facilitateur parent de l'enfant		
	Fonction (+tenue)	Nb	Pré requis nécessaire

Participants cibles (nombre, fonction, pré requis théorique et technique pour la session)	Équipage SP en tenue de travail, 3 personnes : un chef d'agrès, un conducteur et un équipier	3	Cours sur la prise en charge des urgences vitales en E-learning
Documents pédagogiques à donner aux participants en pré-post session	Le cours en E-Learning		
Références bibliographiques	Référentiel formation SP ACR de l'ERC		
Environnement et contraintes (in situ, déhoc, chambre, VP...)	Chambre d'enfant		
Informations spécifiques pour les facilitateurs/acteurs (rôle, phrases spécifiques...)	Enfant de 5 ans avec ATCD asthme. A toussé toute la nuit. « Respire difficilement » « tousse beaucoup » « fait beaucoup de bruit quand il respire, ça siffle »		
Outil de simulation (HF, BF...) avec préparation physique et positionnement à l'arrivée des apprenants	Mannequin HF Hall 5 Couché sur son lit, ou assis sur le lit ou assis au bureau		
Préparation de la salle de simulation (schéma...)	Chambre d'enfant (Cf photo)		
Type de Moniteur patient	Moniteur du mannequin configuré comme un moniteur SP		
Matériel nécessaire en salle de simulation	Le matériel qui équipe un VSAV (O2, sac, scope multi paramètre, aspi portable, DSA)		
Drogues nécessaires (nom, type, modalités d'injection...)			
SESSION DE SIMULATION			
Briefing des apprenants (individualisé, collectif...)	Briefing de départ : vous êtes appelés au domicile d'un enfant de 5 ans qui présente une douleur thoracique, une gêne respiratoire, de la toux ...		
Etat clinique de base (paramètres hémodynamiques, verbalisation...)	Conscient, yeux ouverts, clignement 15/min, FR 60, sibilants audibles, SaO2 89%, FC 130, TA 100/70, Cyanose 30%, il tousse et dit « j'ai du mal à respirer »		
Etat / Timing / Evénement	Action "idéale" des apprenants	Réaction du patient	

<p>Etat 1 : Conscient, yeux ouverts, clignement 15/min, FR 60, sibilants audibles, SaO2 89%, FC 130, TA 100/70, Cyanose 30%, il tousse et dit « j'ai du mal à respirer »</p> <p>T : jusqu'à la mise sous O2</p>	<p>Évaluation gravité (ABC), scope, mise sous O2 au masque haute concentration</p>	<p>Amélioration de la SaO2 à 92%</p>
<p>Etat 2 : Conscient, yeux ouverts, clignement 15/min, FR 60, sibilants audibles, SaO2 92%, FC 130, TA 100/70, Cyanose 30%</p> <p>T : 30 s</p>	<p>Surveillance clinique</p>	
<p>Etat 3 : Inconscient, yeux fermés, FR 0, SaO2 76%, FC 130, TA 100/70, Cyanose 100%</p> <p>Transition : 1 minute</p>	<p>Constatation de l'arrêt respiratoire Début de la RCP par les insufflations, puis la RCP 15/2</p>	
<p>Etat 4 : ACR en asystolie</p> <p>T : 5 minutes</p>	<p>RCP pédiatrique, mise en place DSA, alternance 15/2, évaluation toutes les 2 minutes, changement de masseur, demande de renfort</p>	<p>Au bout de 5 minutes de RCP, reprise d'une activité cardiaque et respiratoire</p>
<p>État 5 : Inconscient, yeux fermés, FR 60, sibilants audibles, SaO2 92%, FC 130, TA 100/70, Cyanose 30%</p> <p>T : jusqu'à la fin du scénario</p>	<p>Réévaluation, arrêt de la RCP, mise en PLS et sous O2</p>	<p>Fin du scénario</p>
<p>OPTIONNELS (Niveau de réalisme, points clefs de débriefing, modalités d'évaluation...)</p>	<p>Grille d'évaluation compétences techniques et non techniques</p> <p>Évaluation par trois formateurs avec une grille d'évaluation, évaluation de l'équipage.</p>	

ANNEXE 6

Enregistrement de la ventilation et du massage cardiaque externe



Annexe 6a : bonne réalisation et efficacité de la ventilation (courbe bleue) et des compressions thoraciques (courbe rouge)



Annexe 6b : absence de la ventilation (courbe bleue) et compressions thoraciques de mauvaise qualité (courbe rouge)

ANNEXE 7



Annexe 7 : Formation par simulation haute-fidélité : les apprenants observent leurs pairs lors du scénario


ANNEXE 8



Annexe 8 : Débriefing lors de la formation par simulation haute-fidélité

ANNEXE 9

Scénario lors de l'évaluation après la formation par simulation haute-fidélité

	Nom du Scénario : 2ème évaluation SP Date de la formation : 23 et 24/01/2019	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Logo du centre</div>
Contextualisation du scénario		
Centre de simulation	SIMHU NIMES	
Rédacteur(s)	FOURNIER	
Mail contact	philippe.fournier@chu-nimes.fr	
Date de révision	27/11/2018	
Objectifs pédagogiques principaux (3 à 5)		
Techniques (Procéduraux, cognitifs purs) Etre capable de	Non techniques – CRM (Comportement, attitude) Etre capable de	
Reconnaissance signes de gravité Évaluation ABC RCP pédiatrique	Leader Communication d'équipe et organisation d'équipe Appel renfort médical	
Objectifs pédagogiques secondaires (optionnels)		
Nom du patient	Malo	Durée de session 8 à 10 minutes
Résumé global du scénario pour les formateurs		
Un enfant de 6 mois présente une difficulté respiratoire avec des troubles de la conscience. L'histoire initiale peut changer : difficultés respiratoires après avoir glissé dans la baignoire, son frère est malade, il fait comme des pauses respiratoires, il dormait avec nous dans le salon avec la cheminée puis on a eu mal à la tête et on s'est mis à tousser et le détecteur de fumée a sonné... Pendant la prise en charge par les SP, il fait un arrêt respiratoire, puis un ACR nécessitant de débiter la RCP pédiatrique et de faire appel à un renfort médical		
PREPARATION DE LA SESSION DE SIMULATION		
Documents associés au scénario à fournir pendant la session (lettre MT, dossier Cs, bio, RX, ECG...)	Fiche vierge d'intervention SP	
Formateurs (techniciens, facilitateurs, instructeurs, voix du simulateur...)	Fonction/Rôle	Nom
	Faciliteateur parent de l'enfant	
	Fonction (+tenue)	Nb Pré requis nécessaire

Participants cibles (nombre, fonction, pré requis théorique et technique pour la session)	Équipage SP en tenue de travail, 3 personnes : un chef d'agrès, un conducteur et un équipier	3	Cours sur la prise en charge des urgences vitales en E-learning, formation en simulation sur la prise en charge des détresses vitales de l'enfant et du nourrisson
Documents pédagogiques à donner aux participants en pré-post session	Le cours en E-Learning		
Références bibliographiques	Référentiel formation SP ACR de l'ERC		
Environnement et contraintes (in situ, déchoc, chambre, VP...)	Chambre d'enfant		
Informations spécifiques pour les facilitateurs/acteurs (rôle, phrases spécifiques...)	Enfant de 6 mois sans ATCD « Son frère tousse depuis 3 jours », « il était dans la baignoire et il a glissé », on était dans le salon et il y avait de la fumée, le détecteur sonne, on l'a amené dans sa chambre et on a ouvert les fenêtres du salon. »		
Outil de simulation (HF, BF...) avec préparation physique et positionnement à l'arrivée des apprenants	Mannequin HF New Born Coucher sur son lit ou dans les bras des parents		
Préparation de la salle de simulation (schéma...)	Chambre d'enfant (Cf photo)		
Type de Moniteur patient	Moniteur du mannequin configuré comme un moniteur SP		
Matériel nécessaire en salle de simulation	Le matériel qui équipe un VSAV (O2, sac, scope multi paramètre, aspi portable, DSA)		
Drogues nécessaires (nom, type, modalités d'injection...)			
SESSION DE SIMULATION			
Briefing des apprenants (individualisé, collectif...)	Briefing de départ : vous êtes appelés au domicile d'un nourrisson de 6 mois qui présente, une gêne respiratoire et de la toux, il est hypotonique ...		
Etat clinique de base (paramètres hémodynamiques, verbalisation...)	Hypotonique, FR 80, sibilants audibles, SaO2 89%, FC 165, TA 80/55, Cyanose 30%		
Etat / Timing / Evénement	Action "idéale" des apprenants	Réaction du patient	

<p>Etat 1 : Conscient, FR 80, sibilants audibles, SaO2 89%, FC 165, TA 80/55, Cyanose 30</p> <p>T : jusqu'à la mise sous O2</p>	<p>Évaluation gravité (ABC), scope, mise sous O2 au masque haute concentration</p>	<p>Amélioration de la SaO2 à 92%</p>
<p>Etat 2 : Conscient, FR 80, sibilants audibles, SaO2 92%, FC 165, TA 80/55, Cyanose 30%</p> <p>T :30 s</p>	<p>Surveillance clinique</p>	
<p>Etat 3 : Inconscient, FR 0, SaO2 76%, FC 185, TA 80/55, Cyanose 100%</p> <p>Transition : 1 minute</p>	<p>Constatation de l'arrêt respiratoire Début de la RCP par les insufflations, puis la RCP 15/2</p>	
<p>Etat 4 : ACR en asystolie</p> <p>T : 5 minutes</p>	<p>RCP pédiatrique, mise en place DSA, alternance 15/2, évaluation toutes les 2 minutes, changement de masseur, demande de renfort</p>	<p>Au bout de 5 minutes de RCP, reprise d'une activité cardiaque et respiratoire</p>
<p>État 5 : Inconscient, FR 80, sibilants audibles, SaO2 92%, FC 165, TA 80/55, Cyanose 30%</p> <p>T : jusqu'à la fin du scénario</p>	<p>Réévaluation arrêt de la RCP, mise en PLS et sous O2</p>	<p>Fin du scénario</p>
<p>OPTIONNELS (Niveau de réalisme, points clefs de débriefing, modalités d'évaluation...)</p>	<p>Grille d'évaluation compétences techniques et non techniques</p> <p>Évaluation par trois formateurs avec une grille d'évaluation, évaluation de l'équipage.</p>	

ANNEXE 10

SCORE D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES NON TECHNIQUES

Date et heure de la session :

Évaluateur 1

Évaluateur 2

Évaluateur 3

COMMUNICATION						
Communication claire et efficace						
Utilisation communication verbale et non verbale						
Ecouter chaque participant						
1	2	3	4	5	6	7
Ne communique pas avec l'équipe ; N'accuse pas réception des communications de l'équipe ; n'utilise jamais de communication verbale ou non verbale dirigée	Communique occasionnellement avec l'équipe, mais n'est pas clair ; Ecoute à l'occasion l'équipe mais interagit rarement avec elle ; Utilise rarement la communication verbale ou non verbale dirigée		Communique avec l'équipe de façon claire et concise la plupart du temps ; Ecoute les commentaires de l'équipe, Utilise habituellement une communication verbale ou non verbale dirigée			Communique de façon claire et concise en tout temps ; Encourage les commentaires et écoute la rétroaction de l'équipe ; Utilise constamment la communication verbale et non verbale dirigée
LEADERSHIP						
Rester calme et garder le contrôle pendant la crise						
Prise de décision rapide et ferme : < 30 secondes						
Maintenir une perspective globale de la situation : ne pas se fixer sur une tâche particulière						
1	2	3	4	5	6	7
Perd son calme et le contrôle pendant la plus grande partie de la crise ; incapable de prendre des décisions fermes ; ne peut maintenir une perspective globale		Perd fréquemment son calme et le contrôle en période de crise ; les retards dans la prise de décision maintiennent rarement une perspective globale		Reste calme et en contrôle pendant la majeure partie de la crise ; prend des décisions fermes en peu de temps ; maintient habituellement une perspective globale		Reste calme et en contrôle pendant toute la crise ; prend des décisions rapides et fermes sans délai ; maintient toujours une perspective globale
UTILISATION DES RESSOURCES						
Appel à l'aide appropriée : qui, ou, age victime, quoi, actes effectués, demande						
Utiliser les ressources disponibles de façon appropriée						
Prioriser les tâches de manière appropriée						
1	2	3	4	5	6	7
Incapacité d'utiliser efficacement les ressources et le personnel ; N'établit pas l'ordre de priorité des tâches ou ne demande pas d'aide au besoin malgré les indices		Est capable d'utiliser les ressources avec un minimum d'efficacité ; Ne priorise les tâches ou demande de l'aide qu'en cas de besoin avec des indices		Est capable d'utiliser les ressources avec une efficacité modérée ; Est capable d'établir l'ordre de priorité des tâches et/ou demande de l'aide avec un minimum d'indices		Clairement capable d'utiliser les ressources avec une efficacité maximale ; Etablit clairement la priorité des tâches et demande de l'aide sans indices
CONNAISSANCES DE LA SITUATION						
Éviter une erreur de fixation : par exemple se concentrer uniquement sur la saturation						
Réévaluer la situation constamment : CRC ABCD						
Anticiper les éventuels événements : DEA à proximité, O2, scope						
1	2	3	4	5	6	7
Fait facilement des erreurs de fixation malgré les indices répétés ; Omet de réévaluer la situation malgré des indices répétés ; N'anticipe pas les événements probables		Évite l'erreur de fixation seulement avec indices ; Réévalue rarement la situation sans indices ; Anticipe rarement les événements probables		Évite généralement les erreurs de fixation avec un minimum d'indices ; Réévalue fréquemment la situation avec un minimum d'indices ; Anticipe habituellement les événements		Évite toute erreur de fixation sans indices ; Réévalue et réévalue constamment la situation sans indices ; Anticipe constamment les événements probables
RESOLUTION DE PROBLEME						
Approche de résolution de problème organisée et efficace : CRC ABCD						
Mise en œuvre rapide : < 30 secondes						
Reconnaître les alternatives pendant la crise : Guedel, plan dur si dans son lit, pouls si pas de scope						
1	2	3	4	5	6	7
Ne peut pas mettre en œuvre l'évaluation ABCD sans indices directs ; N'envisage pas d'autre solution en cas de crise		Évaluation ABCD incomplète ou lente ; Accorde peu d'attention aux solutions de rechange		Évaluation ABCD satisfaisante sans indices ; Envisage des solutions de rechange en situation de crise		ABCD complet et rapide sans indices ; Examine les solutions de rechange les plus probables en situation de crise
EVALUATION GLOBALE						

1	2	3	4	5	6	7
Novice : toutes les compétences en gestion de crise nécessitent une amélioration significative		Novice avancé : de nombreuses compétences en gestion de crise nécessitent une		Compétence : la plupart des compétences en gestion de crise nécessite une amélioration mineure		Visiblement supérieur : peu de compétences en matière de gestion de crise, voire aucune, ne nécessitent une amélioration mineure

Annexe 11



Annexe 11 : Évaluation en direct par le biais de la vidéo

ANNEXE 12
SCORE D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES TECHNIQUES

Date et heure de la session :

Évaluateur 1 Évaluateur 2 Évaluateur 3

Bien fait = 2 points ; Partiellement ou incorrectement fait = 1 point ; Non fait = 0 point

	2	1	0
GENERAL			
Interroger les témoins sur la cinétique ou les circonstances			
TRANSMISSION DES INFORMATIONS			
Présentation de l'appelant			
Lieu d'urgence			
Age de la victime			
Type/Degrés d'urgence			
Prise en charge déjà réalisée			
Demande d'aide médicale			
NEUROLOGIQUE			
Evaluation de l'état de conscience			
Examen des pupilles			
AIRWAYS			
Evaluer la liberté des voies aériennes supérieures : voir, écouter, sentir			
Positionnement de la tête : position neutre si âge < 1 an			
Maintien ouvert des voies aériennes supérieures			
BREATHING			
Evaluer l'ampliation thoracique			
Evaluer la fréquence respiratoire			
Pose d'un scope cardio-respiratoire / évaluation de la saturation			
Oxygénothérapie si besoin			
Adapter le niveau d'O2			
Adapter le support ventilatoire à l'âge			
CIRCULATION			
Evaluer la fréquence cardiaque			
Evaluer le pouls central			
Evaluer le temps de recoloration cutanée			
Evaluer la pression artérielle			
REANIMATION CARDIO RESPIRATOIRE			
Reconnaitre les signes d'arrêt cardio-respiratoire			
Utiliser un plan dur			
Débuter par 5 insufflations			
Débuter le massage cardiaque externe rapidement			
Massage cardiaque externe efficace : décompression complète			
Suivre rythme 15/2			
Réaliser 100-120 compressions par minutes			
Réévaluation toutes les 2 minutes : conscience, respiration			

Changement de masseur toutes les 2 minutes			
--	--	--	--

ANNEXE 13
QUESTIONNAIRE POST TEST N°1

Une seule réponse est correcte par item.

A. Quel est le signe permettant de définir un arrêt cardio-respiratoire chez l'enfant ?

- 1) Inconscience
- 2) Absence de pouls
- 3) Absence de respiration
- 4) Cyanose

B. A quel niveau est-il conseillé de prendre le pouls chez le nourrisson de moins d'un an ?

- 1) Carotidien
- 2) Huméral
- 3) Fémoral

C. Par quel geste débutez-vous la réanimation pédiatrique :

- 1) Compressions thoraciques
- 2) Insufflations
- 3) Choc électrique

D. La première cause d'arrêt cardio-respiratoire de l'enfant ?

- 1) Respiratoire
- 2) Cardiaque
- 3) Neurologique
- 4) Toxique

E. Quelle alternance compressions/ventilations est utilisée pour le massage cardiaque externe du nourrisson et de l'enfant :

- 1) 30/2
- 2) 15/2
- 3) 30/1
- 4) 15/1

- F. Combien d'insufflations préconisez-vous la première fois :
- 1) 2 insufflations
 - 2) 3 insufflations
 - 3) 4 insufflations
 - 4) 5 insufflations
- G. Quelle fréquence est adaptée pour les compressions thoraciques chez le nourrisson et l'enfant :
- 1) 140/min
 - 2) 60/min
 - 3) 100-120/min
 - 4) 90/min
- H. Par quelle fonction débiter vous l'évaluation de la détresse vitale ?
- 1) Neurologique
 - 2) Respiratoire
 - 3) Cardiaque
- I. Quand doit être posé le défibrillateur lorsque le rythme est choquable ?
- 1) Le plus tôt possible
 - 2) Après 2 cycles de massage cardiaque externe et insufflations
 - 3) Après 3 cycles de massage cardiaque externe et insufflations
- J. En dessous de quelle fréquence cardiaque considère-t-on que la circulation est insuffisante ?
- 1) 50
 - 2) 60
 - 3) 70
 - 4) 80

ANNEXE 14
QUESTIONNAIRE POST TEST 2

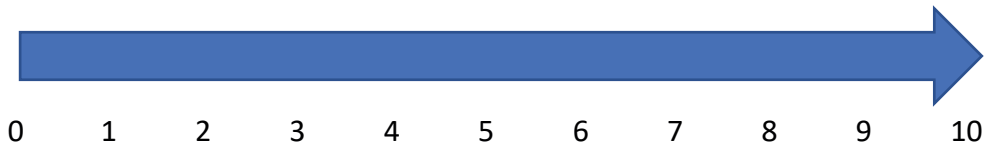
Une seule réponse est correcte par item.

- A. La première cause d'arrêt cardio-respiratoire de l'enfant ?
- 1) Respiratoire
 - 4) Toxique
 - 2) Cardiaque
 - 3) Neurologique
- B. Quel est le signe permettant de définir un arrêt cardio-respiratoire chez l'enfant ?
- 1) Absence de respiration
 - 2) Cyanose
 - 3) Inconscience
 - 4) Absence de pouls
- C. Quelle alternance compressions/ventilations est utilisée pour le massage cardiaque externe du nourrisson et de l'enfant :
- 1) 30/2
 - 2) 30/1
 - 3) 15/1
 - 4) 15/2
- D. Par quel geste débutez-vous la réanimation pédiatrique :
- 1) Compressions thoraciques
 - 2) Choc électrique
 - 3) Insufflations
- E. Quand doit être posé le défibrillateur lorsque le rythme est choquable ?
- 1) Le plus tôt possible
 - 2) Après 2 cycles de massage cardiaque externe et insufflations
 - 3) Après 3 cycles de massage cardiaque externe et insufflations

- F. Par quelle fonction débiter vous l'évaluation de la détresse vitale ?
- 1) Cardiaque
 - 2) Neurologique
 - 3) Respiratoire
- G. Combien d'insufflations préconisez-vous la première fois :
- 1) 2 insufflations
 - 2) 3 insufflations
 - 3) 4 insufflations
 - 4) 5 insufflations
- H. En dessous de quelle fréquence cardiaque considère-t-on que la circulation est insuffisante ?
- 1) 50
 - 2) 60
 - 3) 70
 - 4) 80
- I. A quel niveau est-il conseillé de prendre le pouls chez le nourrisson de moins d'un an ?
- 1) Fémoral
 - 2) Carotidien
 - 3) Huméral
- J. Quelle fréquence est adaptée pour les compressions thoraciques chez le nourrisson et l'enfant :
- 1) 140/min
 - 2) 60/min
 - 3) 100-120/min
 - 4) 90/min

ANNEXE 15
QUESTIONNAIRE DE SATISFACTION BASSE FIDELITE

1. Satisfaction globale :



2. La formation basse fidélité a-t-elle amélioré votre confiance en vous ?

oui – non

3. Vous a-t-elle permis de reconnaître vos points forts et vos points faibles ?

oui – non

4. Selon vous, est-elle nécessaire à votre formation ?

oui – non

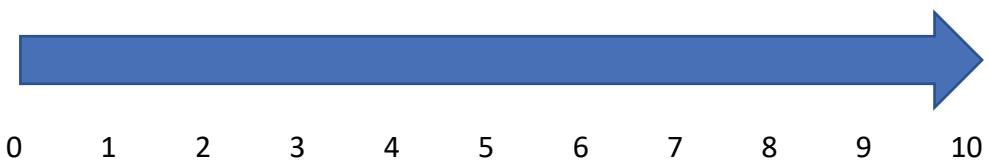
5. Les ateliers sont-ils adaptés à vos pratiques courantes ?

oui – non

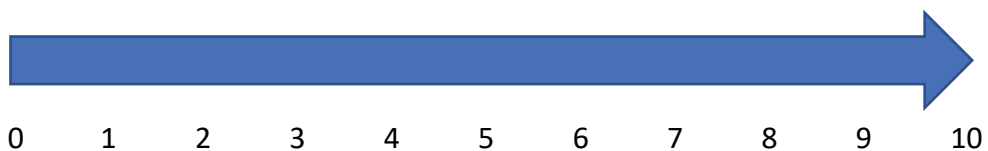
6. La discussion ouverte vous semble-t-elle utile ?

oui – non

7. Évaluer votre degré de stress avant la formation basse fidélité :



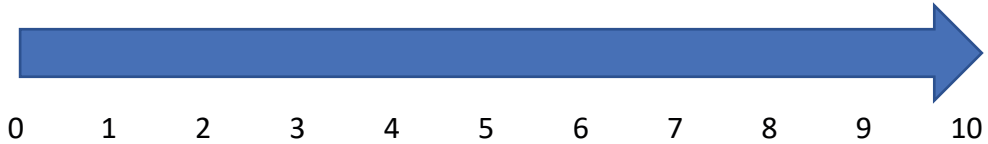
8. Évaluer votre degré de stress après la formation basse fidélité :



9. Commentaires :

ANNEXE 16
QUESTIONNAIRE DE SATISFACTION HAUTE-FIDELITE

1. Satisfaction globale :



2. La simulation haute-fidélité a-t-elle amélioré votre confiance en vous ?

oui – non

3. Vous a-t-elle permis de reconnaître vos points forts et vos points faibles ?

oui – non

4. Selon vous, est-elle nécessaire à votre formation ?

oui – non

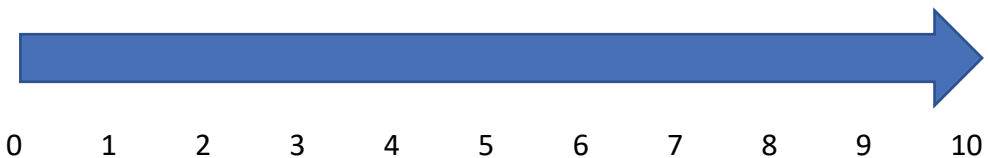
5. Les scénarios sont-ils adaptés à vos pratiques courantes ?

oui – non

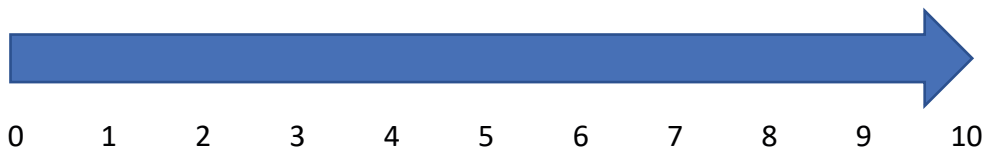
6. Le débriefing vous semble-t-il utile ?

oui – non

7. Évaluer votre degré de stress avant la formation haute-fidélité :



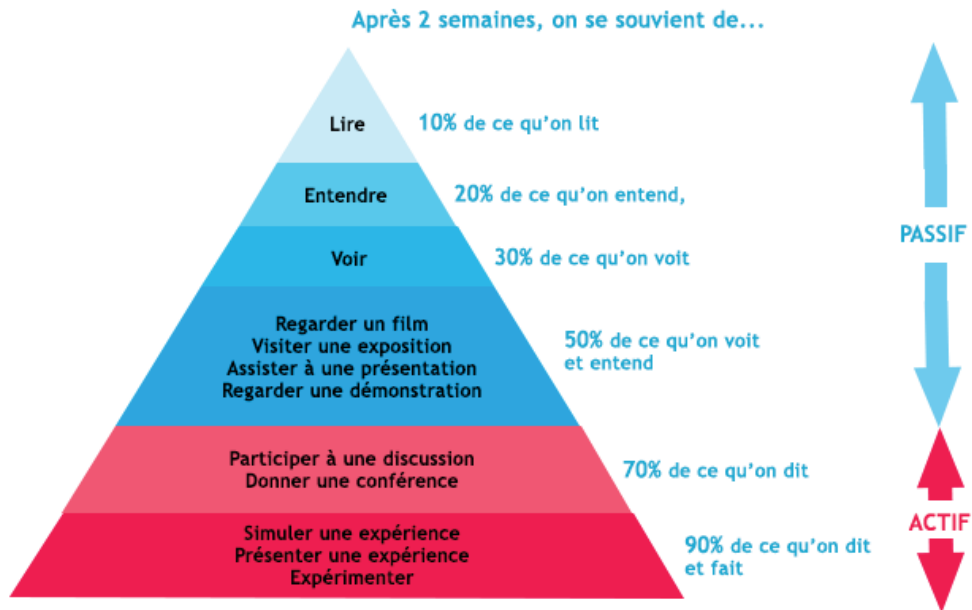
8. Évaluer votre degré de stress après la formation haute-fidélité :



9. Commentaires :

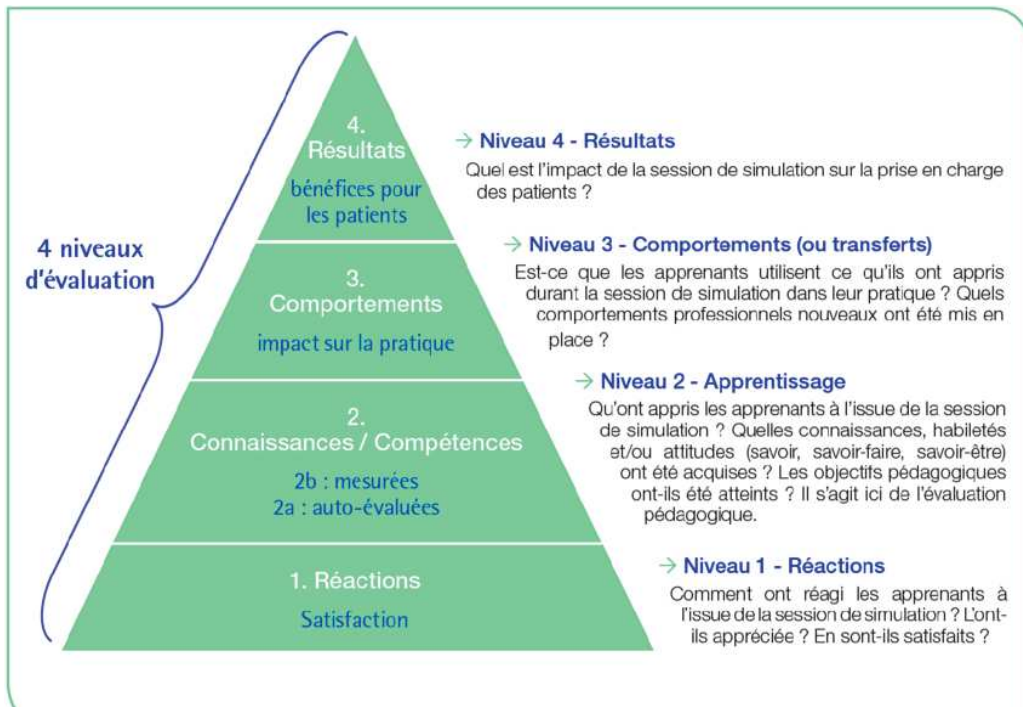
ANNEXE 17

Impact de mémorisation (Edgar Dale)



ANNEXE 18

Modèle de Kirkpatrick



SERMENT

- *En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.*
- *Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.*
- *Admis (e) dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.*
- *Respectueux (se) et reconnaissant (e) envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*
- *Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert (e) d'opprobre et méprisé (e) de mes confrères si j'y manque.*

RESUME

Introduction : Les compétences non techniques (CNT) sont essentielles à la prise en charge des situations de réanimation aigüe. Elles peuvent être enseignées grâce à la simulation haute-fidélité mais celle-ci présente un certain coût. L'objectif de notre étude est de comparer la formation par simulation haute-fidélité versus simulation basse fidélité pour l'acquisition des CNT dans la réanimation cardiopulmonaire de l'enfant et du nourrisson chez les sapeurs-pompiers du Gard.

Matériel et méthode : Etude interventionnelle, prospective et comparative entre septembre 2018 et janvier 2019. Tous les sapeurs-pompiers du Gard étaient éligibles. Notre critère de jugement principal était l'*Ottawa Crisis Resource Management Global Rating Scale*.

Résultats : Parmi les 28 sapeurs-pompiers inclus, 92,6% étaient des hommes, 71,4% avaient été confrontés à une détresse vitale de l'enfant et tous estimaient avoir une formation pédiatrique insuffisante. Le score de CNT a montré une différence significative entre la formation par simulation basse fidélité et haute-fidélité : le score total était 67,1% et 76,5 % respectivement pour la simulation basse et haute-fidélité ($p=0,0003$) avec une différence significative pour chaque domaine sauf le leadership.

Conclusion : La simulation haute-fidélité permet une meilleure formation que la basse fidélité pour l'acquisition des CNT, facteur clé dans la prise en charge des réanimations. Il semble important d'étendre cette méthode d'enseignement à l'ensemble des professionnels de santé, régulièrement et à long terme. Une étude évaluant son impact dans la vie réelle et une évaluation médico-économique de cette forme d'enseignement seraient intéressantes.

Mots-clés : compétences non techniques ; simulation haute-fidélité ; sapeurs-pompiers ; Ottawa crisis resource management global scale.