

UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DE MEDECINE

Année : 2019

N° 2019-86

THESE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

ANESTHESIE - REANIMATION

par

Baptiste HERVOUET

Né le 16 mars 1990 à Nantes

Présentée et soutenue publiquement le 19 juin 2019

Auto-évaluation du stress au décours d'ateliers de gestion de situations critiques sur simulateur de patient haute-fidélité : facteurs et impact d'un niveau élevé

Président du Jury : Madame le Professeur Corinne LEJUS-BOURDEAU

Membres du Jury : M. le Professeur Karim ASEHNOUNE

M. le Professeur Bertrand ROZEC

M. le Docteur Nicolas GRILLOT

Directeur de thèse : Madame le Professeur Corinne LEJUS-BOURDEAU

REMERCIEMENTS

A Madame le Professeur Corinne LEJUS-BOURDEAU, pour votre temps et vos précieux conseils lors de l'écriture de cette thèse, pour m'avoir fait l'honneur de présider cette thèse.

A Messieurs les Professeurs Karim ASEHNOUNE, Bertrand ROZEC et le Dr Nicolas GRILLOT, merci d'avoir accepté de faire partie de mon Jury.

A Carole, pour son amour, sa joie de vivre, son soutien tout au long de ces études et pour me faire le plus beau cadeau du monde en cette même année.

A ma famille pour leur soutien constant et leurs encouragements.

A tous les internes et médecins de l'équipe d'Anesthésie-Réanimation du CHU de Nantes avec qui j'ai beaucoup appris mais aussi surtout passé de très bon moments.

A toute l'équipe d'Anesthésie-Réanimation de l'Hôpital de La Roche sur Yon, particulièrement le Dr Gilbert LORRE qui m'a appris à aimer mon métier.

A mes amis anciens Nantais pour qui je garde l'espoir de leur retour prochain.

Table des matières

Introduction.....	4
Méthodologie	6
Considérations éthiques.....	6
Acquisitions des données	7
Analyse statistique.....	8
Résultats.....	10
Discussion	14
Références.....	21
Annexe.....	24
Figure 1	24
Tableau 1	25
Tableau 2.....	26
Tableau 3.....	27
Tableau 4	28
Résumé.....	30

1. Introduction

La simulation en santé a débuté au 18^{ème} siècle, avec la formation des maïeuticiennes, sur mannequins inertes, avec déjà à l'époque, un objectif de réduction de la mortalité néonatale et des complications maternelles (1). Depuis, les avancées technologiques ont permis le développement de simulateur haute-fidélité (HF) et la simulation s'est étendue à un très large panel de professionnels de santé, en particulier dans le domaine de l'urgence. Aux Etats-Unis, 89% des programmes de formation des résidents en anesthésie intègrent la simulation HF (2). Le principe est la mise en situation de l'apprenant à l'aide de scénarios ou d'apprentissages techniques dans un environnement réaliste. La simulation HF utilise un mannequin simulant des fonctions physiologiques (ventilation spontanée, variations des paramètres respiratoires, hémodynamiques, etc...) sur lequel il est possible de réaliser des gestes techniques. Le simulateur est piloté à distance par un formateur, s'adaptant aux situations et aux prises de décisions des apprenants.

La pyramide de Kirkpatrick a pour objectif d'évaluer la qualité des données issues de la recherche en pédagogie à l'aide d'une échelle à 4 niveaux (3). Sur ce modèle, la littérature confirme que la simulation en santé améliore les compétences techniques (par exemple, pose de voies veineuses (4)) et non techniques (travail en équipe, communication (5-6)) évalués sur simulateur (niveau 1 et 2). Une amélioration des compétences techniques est aussi observée en pratique clinique (niveau 3). Par exemple, l'intubation trachéale fibroscopique (7) et la gestion d'une embolie gazeuse lors d'une ECMO (8) par les professionnels formés par la simulation, sont plus rapides. Un entraînement à la réanimation néonatale par simulation in situ, améliore même la mortalité néonatale de 50% (9). Cet impact sur la survie des patients est débattu et reste à confirmer (10).

Même simulée, la confrontation d'un professionnel de santé à un patient au pronostic vital engagé, engendre un stress comparable à celui rencontré dans un service d'urgences (11) et exacerbé par les facteurs émotionnels surajoutés comme la simulation du décès du patient (12). Plusieurs études objectivent les effets physiologiques de ce stress, avec une augmentation de fréquence cardiaque, de pression artérielle et du taux de cortisol salivaire (13), proportionnelle à la complexité du scénario simulé, comme un nombre croissant de patients à prendre en charge simultanément (14-15). La répétition des séances conduit à une diminution du stress. En IRM fonctionnelle, l'activation des aires cérébrales impliquées dans le stress après un scénario d'urgence, est réduite chez les étudiants déjà entraînés sur simulateurs. A l'issue du scénario, leurs réponses à un questionnaire écrit sur les aspects théoriques sont plus rapides et précises, que celles des étudiants non entraînés (16).

Les études sur le stress en simulation sont nombreuses, la plupart sont monoprofessionnelles et portent sur de faibles effectifs d'apprenants (17-18). Son impact, sur le stress ultérieur en situation réelle et sur l'amélioration des compétences techniques et non techniques des apprenants est peu connus. La variabilité des pratiques des centres de simulations (modalités du débriefing, durée des séances, difficulté du scénario...) est susceptible d'influencer l'intensité et l'impact du stress.

Les objectifs de cette étude rétrospective a été de préciser le niveau de stress autoévalué par les apprenants en formation initiale ou continue, au décours d'ateliers de gestion de situations critiques sur simulateurs de patient haute-fidélité, et de déterminer les facteurs associés à un niveau de stress élevé et ses conséquences sur l'efficacité pédagogique de la simulation pleine échelle.

2. Méthodologie

2.1. Considérations éthiques

Cette analyse rétrospective monocentrique réalisée dans le Laboratoire Expérimental de Simulation de Médecine Intensive de l'université (LE SiMU de Nantes) a reçu le 1er Avril 2018, un avis favorable du Comité d'éthique dans la recherche en anesthésie-réanimation (CERAR) de la SFAR (société française d'anesthésie-réanimation). Les données ont été saisies de façon anonyme et conforme aux préconisations de la CNIL (Commission Nationale Informatique et Libertés).

La plateforme possède 3 salles de simulation avec système de retransmission audio-vidéo, 2 salles de débriefing et 5 mannequins haute-fidélité d'adulte (SimMan3G™), femme enceinte (SimMom™), enfant (SimJunior™), nourrisson (SimBaby™) et nouveau-né (SimNewB™). Il accueille depuis septembre 2011 des ateliers de formation médicale initiale et continue d'ateliers de gestion de situations critiques destinés aux professionnels médicaux et paramédicaux dans un nombre croissant de disciplines. Ces formations réalisées par groupes de 8 à 14, comportent un briefing sur les principes de simulation en santé, la découverte des fonctionnalités du simulateur et de l'environnement (matériels disponibles, moyen humain à disposition...). Des équipes de 2 à 3 apprenants sont mis en situation lors de scénarios d'une durée d'environ 20 minutes. Un formateur facilitateur a pour mission de protéger le simulateur, d'aider les apprenants vis-à-vis de l'environnement et de les orienter en cas de difficultés. Le scénario est retransmis dans la salle de débriefing pour les apprenants ne participants pas à celui-ci.

Les scénarios sont élaborés en fonction des objectifs de la séance, sur la base des recommandations des sociétés savantes et adaptés aux connaissances théoriques des

apprenants. A la fin de chaque cas, un débriefing avec l'ensemble des apprenants est dirigé par un formateur, elle permet aux participants de revenir sur leur ressenti lors de la séance, d'exposer leur difficulté et d'en discuter avec l'ensemble du groupe, le formateur oriente le débriefing avec une attitude bienveillante et constructive, puis elle se terminent par un rappel sur les messages-clés de la thématique abordée. Les journées de formation comportent habituellement 6 scénarios afin de permettre à l'ensemble des apprenants de participer en direct à un ou deux scénarios.

2.2. Acquisition des données

A l'issue de la journée de formation, le formateur responsable de la formation remettait un questionnaire standardisé anonyme à chaque apprenant. Celui-ci y renseignait sa qualification, la nature de son lieu d'exercice professionnel, sa connaissance théorique ou pratique de la thématique abordée, la fréquence de sa pratique professionnelle sur les mises en situations (aucune, rare, occasionnelle ou fréquente), l'amplitude des modifications des pratiques professionnelles envisagées (< à 25% ; de 25 à 50% ; de 50 à 75% ; > à 75%). Il cotait également sur une échelle visuelle continue de 0 (score faible) à 4 (score élevé) le degré de stress ressenti, la prise de responsabilité au décours du scénario, l'atteinte des objectifs annoncée, le contenu du programme, l'apport en connaissances et en pratique, la qualité des supports pédagogiques, le réalisme des conditions techniques de travail et le réalisme des conditions humaines de travail. La fiche était rendue directement aux formateurs présents. Ces fiches étaient archivées dans les locaux administratifs du centre. L'analyse a porté sur la totalité des fiches renseignées, à l'exception de celles des participants aux ateliers de situations critiques en salles de naissance, qui ont fait l'objet d'une évaluation spécifique élaborée par le Réseau Sécurité-Naissance de Pays de Loire.

L'ensemble des informations disponibles ont été retranscrits dans une base de données. Les notes obtenues aux 6 derniers items (atteinte des objectifs, contenu du programme, apport en connaissances, apport en pratique, qualité du support pédagogique, réalisme des conditions techniques, réalisme des conditions humaines) étaient additionnées pour obtenir un score de qualité globale de la formation, gradué de 0 (mauvaise qualité globale) à 24 (Bonne qualité globale).

Le critère principal de l'étude était l'incidence d'un niveau de stress élevé ressenti par les apprenants, défini par un score côté 3 à 4. Les critères secondaires étaient les facteurs de risque associés à un score de stress côté à 4, d'un score de qualité globale côté à 24, d'un score de prise de responsabilité dans la mise en situation côté à 4, et d'un score d'amplitude de modifications des pratiques envisagées > 75%.

2.3. Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel Statview[®] 5 (Abacus Concepts Inc., Berkeley, CA). Les données qualitatives ont été exprimées en proportion du nombre de questionnaires et les données quantitatives par la médiane et les 25-75eme percentiles. Les variables associées à un score de stress côté à 4, un score de prise de responsabilité côté à 4, un score global de qualité de formation côté à 24, inférieur à 18 et l'expression d'une volonté de modification des pratiques d'une amplitude > 75%, ont été identifiées à l'aide d'une analyse univariée. Les variables continues ont été comparées par un test de Mann-Whitney U et les variables qualitatives à l'aide d'un test de Chi-carré ou un test exact de Fischer. Toutes les variables disponibles ont été incluses dans cette analyse. Les facteurs de risque identifiés par l'analyse univariée avec un $P < 0,2$ ont été incluses dans une analyse multivariée par régression logistique descendante. Le modèle final incluait les variables avec un $P < 0,05$ avec des Odds ratios et leurs

intervalles de confiance à 95%. La calibration du modèle a été effectuée par un test de Hosmer-Lemeshow. La discrimination du modèle a été évaluée par l'aire sous la courbe ROC (receiver-operating curve) construite en testant la sensibilité contre les faux positifs (1- spécificité) autour de valeurs de cut-off. Les seuils associés avec la meilleure relation entre spécificité et sensibilité ont été définis par un index de Youden.

3. Résultats

L'analyse a porté sur 2010 fiches recueillies au décours de 198 formations réalisées entre le 3 septembre 2014 et le 29 septembre 2017, soit 364 (18,1%) en 2014, 778 (38,7%) en 2015, 477 (23,7%) en 2016 et 391 (19,4%) en 2017. Le nombre de participants par séance était de 10 (8 – 12).

3.1. Exhaustivité

Le centre de simulation a organisé dans le même temps 387 actions de formations dont 35,1% en formation continue, avec la participation au total de 3921 apprenants. L'analyse a porté sur 51,3% des apprenants. L'absence d'exhaustivité était liée soit à l'absence de renseignement de la fiche par le participant, soit par une problématique d'archivage ou par l'exclusion des formations réalisées en partenariat avec le réseau Sécurité-Naissance.

3.2. Données démographiques

La plupart des apprenants exerçaient une profession médicale ou était étudiant en profession médicale (1385, 69,1%) (tableau 1). Les professionnels déjà diplômés exerçaient en centre hospitalier universitaire (394, 19,6%), en centre hospitalier (308, 15,3%) ou en secteur libéral (204, 10,2%). La formation préalable des apprenants sur la thématique de l'entraînement était pratique (306, 15,5%), théorique (952, 48,3%) ou mixte (712, 36,1%). Les apprenants avaient une pratique nulle (344, 17,4%), en projet (33, 1,7%), rare (798, 40,4%), occasionnelle (566, 28,7%), ou fréquente (232, 11,7%) dans le champ de la thématique abordée.

3.3. Formations

Huit disciplines ont participé à la réalisation de formations : anesthésie-réanimation (1028, 51,1%), coordination des greffes (26, 1,3%), médecine d'urgence (384, 19,1%), obstétrique (155, 7,7%), odontologie (41, 2,0%), pédiatrie (77, 3,8%), réanimation adulte (151, 7,5%) et néonatale (148, 7,4%). Vingt thématiques ont été abordées (tableau 2). Les ateliers étaient organisés dans le cadre de la formation continue (1018, 50,6%) ou initiale (992, 49,3%) et sur commande de l'industrie en formation continue (220, 10,9%). Les formations étaient mono (1633, 81,2%) ou pluridisciplinaires (377, 18,8%), mono (1198, 59,6%) ou pluriprofessionnelles (82, 40,4%). Le nombre médian de formateurs était de 3 (2 – 4) par atelier.

3.4. Score de stress

Le niveau de stress auto-évalué par les participants (figure 1) était côté nul à modéré (0 à 2,5) par 733 (36,6%) apprenants et élevé (3 à 4) par 1269 (63,4%) apprenants. Il était côté à 4 par 402 (20,1%) des apprenants. L'analyse univariée a identifié 10 variables associées avec $P < 0,2$ à un niveau de stress côté à 4 (la formation continue, pluriprofessionnelle, multidisciplinaire, la qualification d'élève IADE, IADE, sage-femme, élève sage-femme, puéricultrice, une pratique occasionnelle, la discipline organisatrice, une pratique libérale, et le nombre de formateur). L'analyse multivariée des facteurs associés à un stress côté à 4, a retrouvé (tableau 3) la qualification élève IADE, IDE, sage-femme, élève sage-femme, puéricultrice, la formation continue et une pratique occasionnelle.

3.5. Prise de responsabilité dans la mise en situation

Le score médian de prise de responsabilité était de 3 (3 - 4) (figure 1); 656 (32,8%) apprenants ont coté ce score à 4 (tableau 3). L'analyse univariée a identifié comme facteurs associés à un score coté à 4, la qualification, la formation continue, le caractère pluriprofessionnel, le mode multidisciplinaire, une pratique fréquente ou occasionnelle, le niveau de stress et la discipline organisatrice. Les facteurs indépendants identifiés par l'analyse multivariée (tableau 3) étaient un niveau de stress élevé, une pratique fréquente ou occasionnelle et la qualification (pédiatre, urgentiste, élève sage-femme)

3.6. Score de qualité de la formation

Le score de qualité global était de 22 (20 – 23). Les scores médians des items « apport », « intérêt », « l'objectif », « qualité », « réalisme humain » et « réalisme technique » étaient respectivement de 4 (3 – 4), 4 (4 - 4), 4 (3 - 4), 4 (3 – 4), 3 (3 – 4) et 3 (3 – 4).

L'analyse univariée a identifié une commande par l'industrie, un contexte de formation continue, une modalité multidisciplinaire, pluriprofessionnelle, la fréquence de la pratique, une pratique libérale, le niveau de stress et de prise de responsabilité dans la mise en situation, la qualification professionnelle et une amplitude de modification des pratiques envisagées >75%, comme des facteurs associés à un score de qualité globale de la formation coté à 24 par les apprenants. En analyse multivariée, les facteurs prédictifs d'un score de qualité à 24, étaient le caractère pluriprofessionnel de la formation, une prise de responsabilité élevée graduée à 4 dans la mise en situation, un niveau de stress élevé gradué à 4 et la qualification élève IADE, élève sage-femme, étudiants en pharmacie et chirurgien-dentiste.

A l'inverse, la qualification de sage-femme, de médecin anesthésiste-réanimateur, un niveau de stress inférieur ou égale à 2 et une prise de responsabilité

dans le scenario inférieur à 4 étaient associés en analyse multivariée à un score de qualité de la formation inférieur à 18.

3.7. Amplitude de modifications des pratiques envisagées

Les apprenants ont indiqué une volonté de modification de leur pratique avec une amplitude < 25% pour 33 d'entre-eux (1,7%), de 25 à 50% pour 156 (8,2%), de 50 à 75% pour 1032 (54,2%) et > 75% pour 683 (35,8%). En analyse univariée, les facteurs associés à une amplitude > 75%, étaient un score global de qualité coté à 24, un score de prise de responsabilité coté à 4 et un score de stress coté à 4, une pratique libérale, une commande de l'industrie, la qualification professionnelle, un contexte de formation initiale, le caractère mono-professionnel et mono-disciplinaire de la formation. En analyse multivariée, un score de stress coté à 4, la qualification professionnelle d'étudiant en pharmacie, d'élève IADE, de puéricultrice et d'étudiant en DES, un contexte de formation initiale, l'absence de commande de l'industrie, et un score de qualité globale coté à 24 étaient associés à une amplitude de modifications des pratiques envisagées > 75%.

4. Discussion

Plus de la moitié des apprenants ont exprimé, à l'issue des ateliers de gestion de situations critiques en simulation HF pleine échelle, un stress ressenti élevé, qui s'est avéré bénéfique. Il en a résulté une prise de responsabilité importante dans la mise en situation, une excellente appréciation de la formation et la volonté de modifier les pratiques professionnelles ultérieures.

En simulation, une incidence élevée de stress, est bien documentée dans la littérature mais sur des effectifs beaucoup plus restreints et des formations monothématiques (19). L'originalité de notre démarche réside dans l'analyse des réponses d'un grand nombre d'apprenants, participant à un large panel de formations initiales et continues sur des thématiques variées et la recherche de facteurs explicatifs par analyse multivariés de la relation entre stress, implication de l'apprenant dans la mise en situation et projet de modifications des pratiques ultérieures.

Plusieurs facteurs associés à un stress élevé ont été identifiés. L'impact d'une pratique occasionnelle s'explique par l'influence bénéfique de l'expérience. Ainsi, l'amplitude des variations électroencéphalographiques au cours d'une simulation de chirurgie coelioscopique sont plus faibles chez les chirurgiens seniors expérimentés (20). Les catégories professionnelles les plus exposées étaient les sages-femmes étudiantes et diplômées et les étudiants paramédicaux. Cette information originale n'est pas documentée dans la littérature car la plupart des études sur le sujet, sont monoprofessionnelles. Une hypothèse possible est qu'il s'agit de professions à prédominance féminine. Une étude sur l'apprentissage de la réanimation cardiorespiratoire par la simulation rapporte un score d'anxiété STAI plus élevé chez les résidentes d'anesthésie (17). Une autre explication est que nos formateurs sont

médecins. Lors de l'apprentissage de poses de voies veineuses sur mannequin inerte par des étudiants en médecine, la confiance et les performances sur simulateur sont supérieures lorsque l'enseignement est dirigé par des pairs (4). Aucune donnée de la littérature n'explique que la formation continue génère aussi un stress intense. Dans le champ des hypothèses, on peut évoquer la confrontation à des situations rares auxquelles ils n'ont jamais été confrontés ou la peur d'un échec qui aurait des conséquences graves en pratique clinique. *A contrario*, les étudiants en médecine de 3^{ème} année n'ont pas exprimé de stress élevé. On peut aussi supposer, que n'ayant jamais été confronté à une détresse vitale, la prise de conscience de leur responsabilité et des conséquences est plus faible.

Une des limites de cette étude est l'absence de validité externe d'une échelle d'auto-évaluation cotée sur 4. Le stress généré par la simulation HF peut être évalué soit à l'aide d'échelles d'auto-évaluation subjectives (Likert scale (3), STAI (21), Stress-O-Meter), soit avec de tests objectifs comme la concentration salivaire de cortisol (22) ou d'amylase (15) ou les variations des paramètres cardiovasculaires (23). Les données de la littérature ne permettent pas de définir un marqueur de stress idéal. Certains auteurs observent une augmentation (24) et d'autre une diminution (13) du cortisol salivaire. Les variations de fréquence cardiaque et de pression artérielle sont non spécifiques (25) et peuvent résulter, par exemple, d'un effort physique comme un massage cardiaque externe. Les échelles d'auto-évaluations du stress ressentis présentent aussi des variations importantes selon les études. Les différences retrouvées entre les différentes études peuvent s'expliquer par les différences entre celles-ci avec des études sur des petits effectifs, différentes techniques de simulation et différents domaines de compétence. Ces résultats contradictoires s'expliquent par la diversité des techniques de simulation évaluées, des catégories professionnelles et la petite taille des

effectifs qui dépasse rarement 200. Notre panel très large avec l'implication de plus de 10 disciplines et 20 thématique est plus représentatif des apprenants susceptibles de participer à un programme de simulation. Une échelle d'auto-évaluation complexe n'est pas adaptée à une utilisation systématique. Notre étude n'a pas inclus de formation *in situ* qui génère un stress comparable aux formations en centre de simulation (26).

Les autres limites sont le caractère rétrospectif, monocentrique, déclaratif, l'absence d'évaluation à distance des projets de modifications des pratiques et une exhaustivité imparfaite. Le nombre maximal de participants à une session de simulation est habituellement de 12. Le nombre médian de fiche recueilli par session est de 10. Le manque d'exhaustivité n'est donc pas lié au refus des participants de renseigner la fiche d'évaluation mais plutôt à un défaut d'archivage de sessions complètes. Les formations réalisées en partenariat avec le réseau sécurité naissance, exclues de l'analyse représentaient plus de 400 fiches.

Les situations cliniques d'urgences vitales sont pourvoyeuses d'un niveau de stress comparable à celui d'une simulation HF (11). Un stress intense est susceptible d'entraver les performances cliniques (27). Mais les conséquences d'un stress élevé en simulation HF, sur les performances techniques et non techniques cliniques, sont controversée dans la littérature, certaines montre une amélioration des compétences techniques ou non techniques (17-28) et d'autres en montrent une altération (18-29). Ces différences peuvent s'expliquer par le type de simulation et de stress induit chez les apprenants. Un manque de moyen technique ou de ressources humaine dans une mise en situation, perçu comme stressante et comme un échec par les apprenants, exerce un effet négatif sur l'apprentissage (14). Il y a une différence entre être stressé par une situation et se sentir dépassé par celle-ci. Les apprenants se sentant submergés par une

situation trop compliquée, sont moins performants lors d'une réanimation (14). Un stress élevé améliore les performances jusqu'à un certain niveau au-delà duquel il devient contre-productif (30). Le débriefing diminue l'effet négatif du stress sur l'apprentissage (28-31). La relaxation avec lecture d'un texte et des exercices de respiration avant le débriefing, optimise la rétention à 3 mois des messages clé (32). Un débriefing mal conduit pourrait avoir une influence négative sur le stress (33) et afin d'optimiser la qualité des débriefings, l'échelle DASH (Debriefing Assessment for Simulation in Healthcare) (34) a été créée.

Dans notre centre de Simulation, il n'y a jamais de manque de moyen, les séances ne se terminent pas sur un échec (le patient ne meurt jamais, le facilitateur aide et génère des hypothèses et des aides sont disponibles sur demande). Le briefing à l'arrivée des participants instaure un climat de confiance et les formateurs insistent sur l'absence de jugement, le fait que l'erreur n'est pas une faute, et que les séances, bien que retransmise par audio vidéo, ne sont pas diffusés à d'autre groupe. Les séances sont toujours suivies de séance de débriefing bienveillant, respectant une charte pédagogique selon les recommandations de l'HAS (37). Tous ces éléments peuvent expliquer l'absence d'effets négatifs du stress ressenti par les apprenants dans notre centre.

Une répétition des séances de simulation diminue les critères subjectifs de stress sans modification des critères objectifs physiologique, avec une meilleure gestion des situations à risques sur simulateur HF (16-19). Par conséquent il est important d'introduire la simulation dès le début des études médicales avec un *continuum* avec la formation continue.

L'évaluation qualitative des sessions de simulation a été limitée au niveau 1 de la pyramide de Kirkpatrick (3), c'est-à-dire la satisfaction des apprenants, considérée comme excellente pour un score maximal à 24. On observe qu'un stress élevé n'était pas un obstacle au ressenti favorable d'avoir passé une bonne journée. La simulation HF en santé est considérée par les participants comme une expérience positive impactant la pratique quotidienne (35-36). La grande satisfaction des élèves IADE s'explique probablement par leur accès limité à 2 sessions au cours de leur cursus. Le principe de la simulation HF pleine échelle est une implication forte des apprenants, qui lorsqu'elle est effective, se traduit par une satisfaction élevée. L'approche pluri-professionnelle, source d'amélioration du travail en équipe (6) était aussi très appréciée.

Comme attendu, ce sont les apprenants les moins expérimentés en formation initiale, qui ont exprimé l'amplitude la plus importante de modifications de pratiques ultérieures. Il n'y a pas de lien dans la littérature entre l'appréciation d'une formation et la volonté de modifier ses pratiques. La limite de cette observation est l'absence de vérification de cet effet à distance.

Une relation entre le Stress et la prise de responsabilité est observée en pratique professionnelle clinique (38) mais non documentée dans la littérature en simulation. Un stress élevé peut être stimulant et inciter les apprenants à prendre plus de responsabilité dans le cas clinique simulé. La population de pédiatre a exprimé une prise de responsabilité élevée, qui s'explique par la nécessité d'ajuster le dosage des médicaments, le stress émotionnel de soigner un enfant et le risque de décompensation rapide (39). L'absence de prise de responsabilité par les apprenants

n'ayant qu'une pratique rare de la thématique, souligne la nécessité d'adapter le contenu de la formation au contexte professionnel de chacun.

Conclusion

Le stress généré par la simulation HF pleine échelle de situations critiques s'avère finalement bénéfique et aurait un impact positif sur l'efficacité pédagogique, qu'il reste à explorer lors d'études prospectives à distance de la formation.

Références

1. Moran ME: Enlightenment via simulation: "crone-ology's" first woman. J Endourol. 2010; 24:5-8
2. Rochlen LR, Housey M, Gannon I, Tait AR, Naughton N, Kheterpal S: A Survey of Simulation Utilization in Anesthesiology Residency Programs in the United States. A A Case Rep 2016; 6:335-42
3. Kirkpatrick D, Kirkpatrick J. Evaluating Training Programs: The Four Levels. 3rd edition. San Francisco: Berrett-Koehler; 2006.
4. Pelloux S, Grégoire A, Kirmizigul P, Maillot S, Bui-Xuan B, Llorca G, Boet S, Lehot JJ, Rimmelé T: Peripheral venous catheter insertion simulation training: A randomized controlled trial comparing performance after instructor-led teaching versus peer-assisted learning. Anaesth Crit Care Pain Med. 2017; 36:397-402
5. Meeker K, Brown SK, Lamping M, Moyer MR, Dienger MJ: A High-Fidelity Human Patient Simulation Initiative to Enhance Communication and Teamwork Among a Maternity Care Team. Nurs Womens Health. 2018; 22:454-62
6. Oikawa S, Berg B, Turban J, Vincent D, Mandai Y, Birkmire-Peters D: Self-Debriefing vs Instructor Debriefing in a Pre-Internship Simulation Curriculum: Night on Call. Hawaii J Med Public Health. 2016; 75:127-32
7. Wong DT, Mehta A, Singh KP, Leong SM, Ooi A, Niazi A, You-Ten E, Okrainec A, Patel R, Singh M, Wong J : The effect of virtual reality bronchoscopy simulator training on performance of bronchoscopic-guided intubation in patients: A randomised controlled trial. Eur J Anaesthesiol. 2019; 36:227-233
8. Di Nardo M, David P, Stoppa F, Lorusso R, Raponi M, Amodeo A, Cecchetti C, Guner Y, Taccone FS : The introduction of a high-fidelity simulation program for training

- pediatric critical care personnel reduces the times to manage extracorporeal membrane oxygenation emergencies and improves teamwork. *J Thorac Dis.* 2018; 10:3409-3417
9. Andreatta P, Saxton E, Thompson M, Annich G : Simulation-based mock codes significantly correlate with improved pediatric patient cardiopulmonary arrest survival rates. *Pediatr Crit Care Med.* 2011; 12:33-8
 10. Armenia S, Thangamathesvaran L, Caine AD, King N, Kunac A, Merchant AM: The Role of High-Fidelity Team-Based Simulation in Acute Care Settings: A Systematic Review. *Surg J (N Y).* 2018; 4:136-151
 11. Daglius Dias R, Scalabrini Neto A: Stress levels during emergency care: A comparison between reality and simulated scenarios. *J Crit Care* 2016; 33:8-13
 12. DeMaria Jr S, Bryson EO, Mooney TJ, Silverstein JH, Reich DL, Bodian C, Levine AI: Adding emotional stressors to training in simulated cardiopulmonary arrest enhances participant performance: Emotional stressors in advanced cardiac life support training. *Med Educ* 2010; 44:1006-15
 13. Hunziker S, Semmer NK, Tschan F, Schuetz P, Mueller B, Marsch S: Dynamics and association of different acute stress markers with performance during a simulated resuscitation. *Resuscitation* 2012; 83:572-8
 14. Harvey A, Nathens AB, Bandiera G, Leblanc VR: Threat and challenge: cognitive appraisal and stress responses in simulated trauma resuscitations. *Med Educ* 2010; 44:587-94
 15. Valentin B, Grottke O, Skorning M, Bergrath S, Fischermann H, Rörtgen D, Mennig MT, Fitzner C, Müller MP, Kirschbaum C, Rossaint R, Beckers SK : Cortisol and alpha-amylase as stress response indicators during pre-hospital emergency medicine training with repetitive high-fidelity simulation and scenarios with standardized patients. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2015; 23:31

16. Goon SSH, Stamatakis EA, Adapa RM, Kasahara M, Bishop S, Wood DF, Wheeler DW, Menon DK, Gupta AK: Clinical decision-making augmented by simulation training: neural correlates demonstrated by functional imaging: a pilot study. *Br J Anaesth* 2014; 112:124-32
17. Bauer C, Rimmelé T, Duclos A, Prieto N, Cejka JC, Carry PY, Grousseau S, Friggeri A, Secco J, Bui-Xuan B, Lilot M, Lehot JJ: Anxiety and stress among anaesthesiology and critical care residents during high-fidelity simulation sessions. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2016; 35:407-416
18. LeBlanc VR, MacDonald RD, McArthur B, King K, Lepine T: Paramedic performance in calculating drug dosages following stressful scenarios in a human patient simulator. *Prehosp Emerg care*. 2005; 9:439-44.
19. Gouin A, Damm C, Wood G, Cartier S, Borel M, Villette-Baron K, Boet S, Compère V, Dureuil B: Evolution of stress in anaesthesia registrars with repeated simulated courses: An observational study. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2017; 36:21-26.
20. Maddox MM, Lopez A, Mandava SH, Boonjindasup A, Viriyasiripong S, Silberstein JL, Lee BR: Electroencephalographic Monitoring of Brain Wave Activity During Laparoscopic Surgical Simulation to Measure Surgeon Concentration and Stress: Can the Student Become the Master? *J Endourol* 2015; 29:1329-33
21. Spielberger CD, Gorsuch RL, Lushene RE, Vagg PR, Jacobs GA. Manual for the state-trait anxiety inventory. Palo Alto CA: Consulting Psychologists; 1983
22. Bong C, Lightdale J, Fredette M, Weinstock P: Effects of simulation versus traditional tutorial-based training on physiologic stress levels among clinicians: a pilot study. *Sim Healthcare* 2010; 5:272-8
23. Ghazali DA, Darmian-Rafei I, Nadolny J, Sosner P, Ragot S, Oriot D: Evaluation of stress response using psychological, biological, and electrophysiological markers

- during immersive simulation of life threatening events in multidisciplinary teams. *Aust Crit Care* 2018; 31:226-233
24. Müller MP, Hänsel M, Fichtner A, Hardt F, Weber S, Kirschbaum C, Rüder S, Walcher F, Koch T, Eich C : Excellence in performance and stress reduction during two different full scale simulator training courses: a pilot study. *Resuscitation* 2009; 80:919-24
 25. 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; 14:153
 26. Judd BK, Alison JA, Waters D, Gordon CJ: Comparison of psychophysiological stress in physiotherapy students undertaking simulation and hospital-based clinical education. *Simul Healthc* 2016; 11:271-7
 27. LeBlanc VR: The effects of acute stress on performance: implications for health professions education. *Acad Med* 2009; 84:25-33.
 28. Finan E, Bismilla Z, Whyte HE, Leblanc V, McNamara PJ: High-fidelity simulator technology may not be superior to traditional low-fidelity equipment for neonatal resuscitation training. *J Perinatol* 2012; 32:287-92
 29. Harvey A, Bandiera G, Nathens AB, LeBlanc VR: Impact of stress on resident performance in simulated trauma scenarios. *J Trauma Acute Care Surg* 2012; 72:497-503.
 30. Yerkes RM, Dodson JD: The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *J Comp Neurol Psychol* 1908; 18:459-82.
 31. Bragard I, Farhat N, Seghaye M-C, Karam O, Neuschwander A, Shayan Y, Schumacher K: Effectiveness of a High-Fidelity Simulation-Based Training Program in Managing Cardiac Arrhythmias in Children: A Randomized Pilot Study. *Pediatr Emerg Care* 2016

32. Lilot M, Evain J-N, Bauer C, Cejka J-C, Faure A, Balança B, et al : Relaxation before Debriefing during High-fidelity Simulation Improves Memory Retention of Residents at Three Months: A Prospective Randomized Controlled Study. *Anesthesiology* 2018; 128:638-49
33. Evain JN, Zoric L, Mattatia L, Picard O, Ripart J, Cuvillon P: Residual anxiety after high fidelity simulation in anaesthesiology: An observational, prospective, pilot study. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2017; 36:205-212
34. Simon R, Raemer DB, Rudolph JW. Debriefing Assessment for Simulation in Healthcare (DASH)© Rater's Handbook. Center for Medical Simulation, Boston, Massachusetts 2010
35. Khanduja PK, Bould MD, Naik VN, Hladkowicz E, Boet S: The role of simulation in continuing medical education for acute care physicians: a systematic review. *Crit Care Med* 2015; 43:186-93
36. Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, Erwin PJ, Hamstra SJ: Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2011; 306:978-88.
37. Guide bonnes pratiques Simulation Santé, Haute Autorité de Santé. 2012
38. Dewa CS, Thompson AH, Jacobs P: Relationships between Job Stress and Worker Perceived Responsibilities and Job Characteristics. *The International Journal of Occupational and Environmental Medicine.* 2010; 2:37-46.
39. McQueen AA, Mitchell DL, Joseph-Griffin MA: «Not Little Adults»: pediatric considerations in medical simulation. *Dis Mon* 2011; 57:780-8

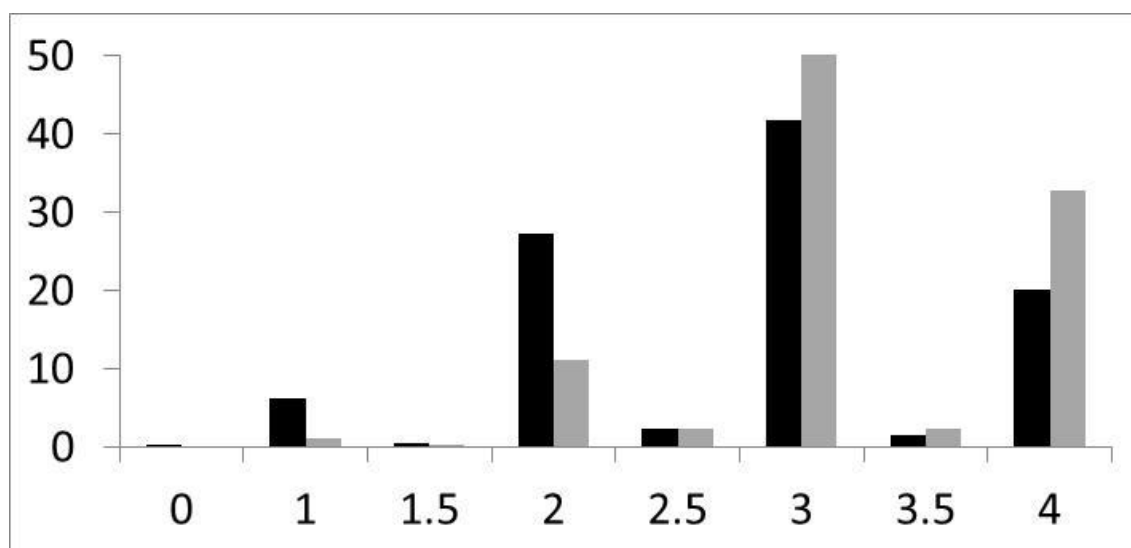


Fig.1 Répartition en % des participants (n=2010) en fonction du score de stress ■ et du score de prise de responsabilité ■

Table 1. Qualification des participants aux ateliers de simulation haute-fidélité.

Professionnel de santé	Nombre (%)
Etudiant en médecine (second cycle)	463 (23)
Etudiant de Diplôme spécialisé (3e cycle)	350 (17,5)
Médecin anesthésiste réanimateur	198 (9,9)
Elève Sage femme	112 (5,6)
Sage femme	87 (4,3)
Médecin Urgentiste	60 (3)
Chirurgie Dentiste	35 (1,7)
Etudiant en pharmacie	28 (1,4)
Pédiatre	26 (1,3)
Gynécologie - obstétricien	22 (1,1)
Réanimateur médical	3 (0,2)
Médecin généraliste	1 (0,1)
Personnels paramédicaux	
Infirmier	255 (12,7)
Elève infirmier(e) anesthésiste	143 (7,1)
Infirmier anesthésiste	140 (7)
Puéricultrice	20 (1)
Autres	17 (0,8)
Aide soignant	16 (0,8)
Ambulancier	16 (0,8)
Assistant dentaire	6 (0,3)
Elève infirmier	5 (0,2)
Elève infirmier de bloc opératoire	3 (0,2)

Les données sont exprimées en nombre de fiches d'évaluation renseignées par les participants et en pourcentage du nombre total de fiches.

Table 2. Thématiques des ateliers de simulation haute-fidélité ayant fait l'objet d'une évaluation.

Thématique	Nombre de fiches (%)
Anesthésie adulte	546 (27,2)
Geste de premiers secours pour les étudiants en médecine	475 (23,6)
Obstétrique	155 (7,7)
Réanimation néonatale	148 (7,4)
Urgences adulte	136 (6,8)
Réanimation adulte	131 (6,5)
Urgences pédiatriques	70 (3,5)
Anesthésie pédiatrique	46 (2,3)
Situations critiques au cabinet dentaire	41 (2)
Traumatisme grave chez l'adulte	38 (1,9)
Gestion préhospitalière des voies aériennes	35 (1,7)
Accouchement inopiné à domicile	32 (1,6)
Salle de surveillance postinterventionnelle	30 (1,5)
Vaccination anti-grippale et pharmacien	28 (1,4)
Urgences pédiatriques en pré-hospitalier	27 (1,3)
Prélèvement multi-organe : Maastricht 3	26 (1,3)
Traumatologie pédiatrique	21 (1,1)
Anesthésie obstétricale	11 (0,5)
Choc hémorragique au bloc opératoire	7 (0,4)
Situation critiques adulte en préhospitalier	7 (0,3)

Les données sont exprimées en nombre de fiches d'évaluation renseignées par les participants (pourcentage du nombre total de fiches)

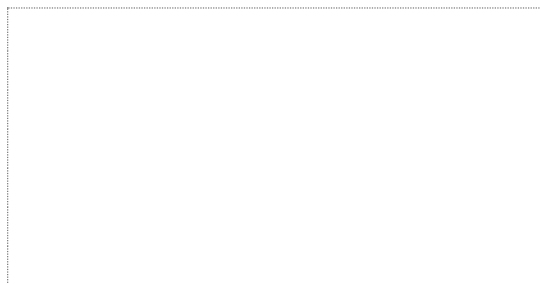
Table 3. Analyse multivariée des facteurs de risque indépendants

Score	Facteurs de risque	Odds ratio	IC 95%	<i>p</i>
Stress côté à 4	Formation continue	2,133	1,564 – 2,910	< 0,0001
	IDE	1.568	1.119 – 2.196	0.0089
	Sage-femme	2.116	1.299 – 3.448	0.0026
	Élève IADE	2,831	1,808 – 4,433	< 0,0001
	Puéricultrice	3.030	1.224 – 7.499	0.0165
	Pratique occasionnelle	1,436	1,122 – 1,839	0,0041
Prise de responsabilité côté à 4	Score de stress côté à 3 ou 3,5,	1,953	1,532 – 2,491	< 0,0001
	Score de stress côté à 4	6.351	4.775 – 8.447	< 0.0001
	Pratique fréquente ou occasionnelle	1,493	1,216 – 1,833	0,0001
	Qualification pédiatre	2,726	1,220 – 6,345	0,0150
Qualité globale côté à 24	Score de stress côté à 4	1,817	1,368 – 2,412	< 0,0001
	Formation pluriprofessionnelle	1,564	1,180 – 2,073	0,0018
	Qualification élève IADE	2,153	1,351 – 3,342	0,0013
	Score de responsabilité côté à 4	6,320	1,368 – 2,412	< 0,0001
Amplitudes de modification des pratiques envisagées > 75%	Score de stress côté à 4	1.571	1.160 – 2.572	0.0035
	Score de qualité côté à 24	4,439	1,404 – 2,399	< 0,0001
	Elève sage-femme	6,429	3,174 – 8,743	< 0,0001
	Etudiant de DES	4,549	1,406 – 2,356	< 0,0001
	Elève IADE	3,353	1,331 – 2,979	0,0008
	Formation initiale	4,854	1,413 – 2,258	< 0,0001

Table 4. Caractéristiques des modèles des analyses multivariés.

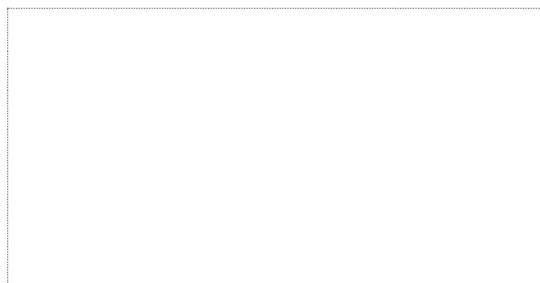
Score	AUC de la courbe ROC	Test de Hosmer Lemeshow Coefficient de Pearson	Probabilité Seuil (%) Indice de Youden	Sensibilité Spécificité	Valeur prédictive positive négative	Rapport de vraisemblance positive négative
Stress côté à 4	0,679	$y = 0,8634x + 2,5868$ 0,9069	22,6 128	64,3 63,7	30,8 87,6	1,77 0,56
Prise de responsabilité côté à 4	0,704	$y = 0,9459x + 6,46$ 0,987	50,6 128,4	42,2 86,2	60,1 75,2	3,06 0,67
Qualité globale côté à 24	0,783	$y = 0,7963x + 5,0381$ 0,89643	19,99 147,8	72,7 75,06	39,7 92,42	2,970 0,364
Amplitude de modification des pratiques envisagées > 75%	0,704	$y = 1,0654x - 2,471$ 0,88447725	37,6 129,9	60 69,9	51,3 74,5	1,99 0,572

Vu, le Président du Jury,
(tampon et signature)



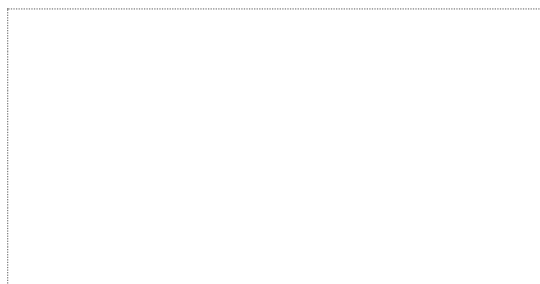
Pr Corinne LEJUS-BOURDEAU

Vu, le Directeur de Thèse,
(tampon et signature)



Pr Corinne LEJUS-BOURDEAU

Vu, le Doyen de la Faculté,



Professeur Pascale JOLLIET

NOM : HERVOUET

PRENOM : Bapiste

Titre de Thèse : Auto-évaluation du stress au décours d'ateliers de gestion de situations critiques sur simulateur de patient haute-fidélité : facteurs et impact d'un niveau élevé

RESUME

Position du problème et objectif(s) de l'étude. Les objectifs de cette étude ont été de préciser le niveau de stress auto-évalué par les apprenants au décours d'ateliers de gestion de situation critiques sur simulateurs de patient Haute-Fidélité (HF), les facteurs de risque (FDR) et les conséquences sur l'impact pédagogique de la formation.

Matériel et méthodes. Cette étude observationnelle rétrospective a portée sur 2010 fiches renseignées entre 2014 et 2017. Le taux d'exhaustivité était de 51,3%. Le questionnaire standardisé anonyme portait sur les données démographiques, le stress ressenti (0 à 4), la prise de responsabilité (0 à 4), l'amplitude de modifications des pratiques envisagées et un score de qualité (0 à 24) composite de 6 items (objectifs, contenu, apport pédagogique, qualité support, réalisme technique et humain).

Résultats et discussion. Le stress était coté 4 dans 20,1% des cas (FDR qualification élève IADE, IDE, sage-femme, élève sage-femme, puéricultrice, FMC, pratique occasionnelle, AUC 0,679). La prise de responsabilité était coté 4 dans 32,8% des cas (FDR stress élevé, pratique fréquente ou occasionnelle, qualification pédiatre, urgentiste, élève sage-femme, AUC 0,704). Le score global de qualité était à 24 pour 18,4% des apprenants (FDR Stress coté à 4, pluriprofessionnel, prise de responsabilité à 4, qualification élève IADE, élève sage-femme, étudiant en pharmacie et chirurgien-dentiste, AUC 0,783). Une amplitude de modification des pratiques envisagées > 75% a été envisagée dans 35,8% (FDR stress à 4, étudiant en pharmacie, élève IADE, puéricultrice, DESAR, formation initiale, score de qualité globale à 24, AUC 0,704).

Conclusion. Cette analyse confirme une incidence de stress élevé et identifie les contextes et apprenants à risque, dans notre centre. Néanmoins, ce stress n'est pas délétère dans la mesure où il n'altère pas l'évaluation de la qualité des ateliers et favorise les modifications des pratiques envisagées.

MOTS-CLES

Simulation haute-fidélité, santé, stress, apprentissage, formation médicale continue