

UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTÉS DE MÉDECINE

ANNÉE 2020

2020 TOU3 1661

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE
MÉDECINE SPÉCIALISÉE CLINIQUE

Présentée et soutenue publiquement

par

Marion SITNIKOW

le 12 OCTOBRE 2020

APPRENTISSAGE DES COMPETENCES NECESSAIRES A LA
GESTION DE SITUATION SANITAIRE EXCEPTIONNELLE PAR
ENVIRONNEMENT VIRTUEL : 3DCATA

Directeur de thèse : Dr Charles Henri HOUZE CERFON

JURY

Madame le Professeur Sandrine CHARPENTIER

Présidente

Monsieur le Professeur Vincent BOUNES

Assesseur

Monsieur le Professeur Thomas GEERAERTS

Assesseur

Monsieur le Docteur Charles Henri HOUZE CERFON

Assesseur

Madame le Docteur Anna RIBERA CANO

Suppléante

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-PURPAN
37, allées Jules Guesde – 31062 Toulouse Cedex

M.C.U. - P.H.

M. ABBO Olivier	Chirurgie infantile
M. APOIL Pol Andre	Immunologie
Mme ARNAUD Catherine	Epidémiologie
Mme BERTOLI Sarah	Hématologie, transfusion
M. BIETH Eric	Génétique
Mme CASPAR BAUGUIL Sylvie	Nutrition
Mme CASSAGNE Myriam	Ophthalmologie
Mme CASSAING Sophie	Parasitologie
M. CAVAINAC Etienne	Chirurgie orthopédique et traumatologie
Mme CHANTALAT Eiodie	Anatomie
M. CONGY Nicolas	Immunologie
Mme COURBON Christine	Pharmacologie
Mme DAMASE Christine	Pharmacologie
Mme de GLISEZENSKY Isabelle	Physiologie
M. DUBOIS Damien	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme FILLAUX Judith	Parasitologie
M. GANTET Pierre	Biophysique
Mme GENNERO Isabelle	Biochimie
Mme GENOUX Annelise	Biochimie et biologie moléculaire
M. HAMDJ Safouane	Biochimie
Mme HITZEL Anne	Biophysique
M. IRIART Xavier	Parasitologie et mycologie
Mme JONCA Nathalie	Biologie cellulaire
M. KIRZIN Sylvain	Chirurgie générale
Mme LAPEYRE-MESTRE Maryse	Pharmacologie
M. LHERMUSIER Thibault	Cardiologie
M. LHOMME Sébastien	Bactériologie-virologie
Mme MONTASTIER Emilie	Nutrition
Mme MOREAU Marion	Physiologie
Mme NOGUEIRA M.L.	Biologie Cellulaire
Mme PERROT Aurore	Hématologie
M. PILLARD Fabien	Physiologie
Mme PUISSANT Bénédicte	Immunologie
Mme RAYMOND Stéphanie	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme SABOURDY Frédéric	Biochimie
Mme SAÛNE Karine	Bactériologie Virologie
M. TAFANI Jean-André	Biophysique
M. TREINER Emmanuel	Immunologie
Mme TRUDEL Stéphanie	Biochimie
Mme VAYSSE Charlotte	Cancérologie
M. VIDAL Fabien	Gynécologie obstétrique

M.C.U. Médecine générale

M. BRILLAC Thierry
Mme DUPOUY Julie

M.C.A. Médecine Générale

Mme FREYENS Anne
M. CHICOULAA Bruno
Mme PUECH Marielle

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE- RANGUEIL
133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE cedex

M.C.U. - P.H

Mme ABRAVANEL Florence	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme BASSET Céline	Cytologie et histologie
Mme CAMARE Caroline	Biochimie et biologie moléculaire
M. CAMBUS Jean-Pierre	Hématologie
Mme CANTERO Anne-Valérie	Biochimie
Mme CARFAGNA Luana	Pédiatrie
Mme CASSOL Emmanuelle	Pédiatrie
M. CHASSAING Nicolas	Génétique
M. CLAVEL Cyril	Biologie Cellulaire
Mme COLOMBAT Magali	Anatomie et cytologie pathologiques
Mme CORRE Jill	Hématologie
M. DE BONNECAZE Guillaume	Anatomie
M. DEDOUIT Fabrice	Médecine Légale
M. DEGBOE Yannick	Rhumatologie
M. DELPLA Pierre-André	Médecine Légale
M. DESPAS Fabien	Pharmacologie
M. EDOUARD Thomas	Pédiatrie
Mme ESQUIROL Yolande	Médecine du travail
Mme EVRARD Solène	Histologie, embryologie et cytologie
Mme FLOCH Pauline	Bactériologie-Virologie
Mme GALLINIER Anne	Nutrition
Mme GALLINI Adeline	Epidémiologie
M. GASQ David	Physiologie
M. GATMEL Nicolas	Médecine de la reproduction
Mme GRARE Marion	Bactériologie Virologie Hygiène
M. GUIBERT Nicolas	Pneumologie
Mme GUILBEAU-FRUGIER Céline	Anatomie Pathologique
M. GUILLEMINAULT Laurent	Pneumologie
Mme GUYONNET Sophie	Nutrition
M. HERIN Fabrice	Médecine et santé au travail
Mme INGUENEAU Cécile	Biochimie
M. LEPAGE Benoit	Biostatistiques et Informatique médicale
Mme MAUPAS SCHWALM Française	Biochimie
M. MOULIS Guillaume	Médecine interne
Mme NASR Nathalie	Neurologie
Mme QUELVEN Isabelle	Biophysique et médecine nucléaire
M. RIMAILHO Jacques	Anatomie et Chirurgie Générale
M. RONGIERES Michel	Anatomie - Chirurgie orthopédique
Mme VALLET Marion	Physiologie
M. VERGEZ François	Hématologie
M. YRONDI Antoine	Psychiatrie d'adultes

M.C.U. Médecine générale

M. BISMUTH Michel

M.C.A. Médecine Générale

M. BIREBENT Jordan
Mme BOURGEOIS Odile
Mme BOUSSIER Nathalie
Mme LATROUS Leïla

REMERCIEMENTS

Aux Membres du Jury

À Madame le Professeur CHARPENTIER Sandrine

Je te remercie tout d'abord de me faire l'honneur de présider ce jury de thèse. Je tenais à te faire savoir ma sincère reconnaissance, et mon plus grand respect pour ton investissement dans la mise en place et le suivi de notre formation, cette toute nouvelle maquette de DES de Médecine d'Urgence. Ces trois années passées ont été riches, je t'en remercie encore, en espérant que les prochaines le soient toujours autant.

À Monsieur le Professeur BOUNES Vincent

Je te remercie d'avoir répondu présent pour juger mon travail, toi qui avait contribué à l'idée initiale. Merci pour ton implication dans notre formation de jeunes régulateurs et smuristes, notamment lors de cet hiver particulier, où tu nous auras permis de grandir en tant qu'urgentistes. Merci surtout pour ton soutien et tes encouragements dans les bons moments comme dans ceux plus difficiles. Sache ma sincère reconnaissance et mon profond respect.

À Monsieur le Professeur GEERAERTS Thomas

Je vous remercie de m'avoir fait l'honneur de venir siéger à ce jury. En tant que directeur de l'Institut Toulousain de Simulation en Santé, votre jugement m'est cher. Veuillez recevoir le témoignage de ma sincère considération.

À Monsieur le Docteur HOUZE CERFON Charles Henri

Je te présente ici mes sincères remerciements, pour avoir dirigé cette thèse, ton accompagnement tout au long de ce travail, ta patience, ton aide, ton implication, tes solutions à toute épreuve ... En espérant que nous puissions poursuivre ce projet, je te fais part de ma plus grande reconnaissance et de mon respect sincère.

À Madame le Docteur RIBERA CANO Anna

Merci d'avoir permis la mise en place de ce projet au cours de la formation que tu diriges, de m'avoir aidée, soutenue, et de t'y être impliquée. Je n'aurais pas pu réaliser ce travail sans ta participation. Je te remercie d'avoir répondu présente pour siéger à ce jury, et te témoigne toute ma gratitude.

À tous ceux qui ont contribué à ce travail

Aux **Docteurs Laurent GOUT** et **Johann OLIVIER**, pour le temps, l'implication et le travail que vous avez fournis pour m'aider à mettre en place et mener à bien les simulations sur Second Life. À **Cyril**, pour ton aide indispensable sur la gestion du matériel informatique et du réseau capricieux (mais aussi du ménage et des inondations ...). Au **Docteur Guillaume JAUDET**, merci d'avoir accepté de venir participer à la simulation.

À Madame le Docteur **SAINT JEAN Michèle**, aux **Docteurs CANIFFI Clément**, **FOURNIER Ambroise**, **CHEVRIN Anne-Laure**, aux Docteurs en Science de l'Education **BASTIANI Bruno** et **Sébastien COUARRAZE**, merci d'avoir répondu présents à la phase d'évaluation de notre étude, me permettant ainsi de présenter des résultats aujourd'hui.

Un grand merci à la **promotion de Capacité de Médecine de Catastrophe 2018-2019**, sans qui la réalisation de ce projet n'aurait pas été possible. Merci à tous ceux qui m'ont encouragée, consolée, et notamment à toi **Arnaud FEROUELLE**. Je remercie également la **promotion 2019-2020**, pour avoir débuté ce projet, votre enthousiasme, au regret de ne pas avoir pu mener ce travail à terme avec vous.

À tous ceux avec qui j'ai appris

- Au service du **PUG Purpan**, à **Christophe, Marie et Clarisse**, qui m'ont fait comprendre, apprécié la gériatrie et épaulée en ce début d'internat.

- Au service des **Urgences du CHU de Toulouse**, dans lequel mon projet de devenir urgentiste est né, et qui me voit évoluer depuis mes premiers stages hospitaliers. Merci à tout le personnel médical et paramédical avec qui j'apprend humainement et professionnellement chaque jour.

- Au **POSU**, pour la formation indispensable en pédiatrie que vous m'avez apportée.

- À l'**Hôpital de Saint Gaudens**, avec qui j'ai découvert les joies de la périphérie. Merci pour tout ce que j'y ai appris, au **Docteur MARY CHALON Stéphanie** d'avoir coordonné ce stage, aux urgences, au service d'anesthésie et à la maternité.

- Au **SAMU 31**, pour le semestre inoubliable, riche en émotions, passé à vos côtés. A tous les **Médecins, ARM, IDE, Ambulanciers** (et à **Nathalie !!**) auprès desquels j'ai appris le métier en cette période de crise, merci pour tout, ainsi que pour le confinement passé ensemble !

- Au service de **Réanimation de Castres**, à **Bob, Maribel, Marie-Odile** et **Aziz**, merci pour tout ce que vous m'enseignez, votre accompagnement en cette fin d'internat et votre soutien. Merci au Docteur **BOULARAN Josiane** et à l'**équipe des urgences** pour la confiance que vous m'accordez.

À Mes Proches

À **Mes Parents**, sachez les remerciements infinis que je vous fais. Je vous dois tout, vous qui avez été présents sans faille à chaque épreuve que j'ai traversé dans ma vie, sans qui je n'aurais jamais pu accomplir ce parcours, ni en arriver là personnellement.

À **Ma Famille**, parce qu'on ne la choisit pas mais pour rien au monde je ne l'échangerais ! Mes Grands Parents, Mon Petit Nicolas (à nos chamailleries et à la fraternité qui nous lie), Sueva, Marraine (toi qui m'a vue naître), Parrain (et ton humour illimité...), Sabine, Fabien, Loanna, Carla (à notre petite coloc' reconfortante !), je me dois de tous vous remercier sincèrement pour votre présence, et votre soutien indéfectible tout au long de ces années.

Un immense Merci à **Gabrielle, Juliette, Elsa, Margaux, Eleonore, Marianne, Céline, Délia**, sans oublier **Sanchou** et **La Jugl'**, avec qui nous avons traversé les heures interminables de révisions, le stress des partiels, des concours, en se soutenant, mais surtout toutes les soirées au bout de la nuit, les fou rires, les peines, les joies... Tant de souvenirs impérissables avec vous, en espérant que cette petite décennie ne soit que le début ! Merci de me (su)pporter, de me remettre sur pieds, et d'avoir su trouver les mots tant sur le plan personnel que professionnel.

À **Alix**, à cette amitié qui m'est chère, je te remercie pour ton soutien, nos voyages inoubliables, tous ces moments passés ensemble et d'être là pour moi en toute circonstance.

À **Arnaud** et **Nathalie**, mes amis de la plus tendre enfance, quel bonheur de vous avoir toujours eu à mes côtés, encore aujourd'hui, et d'avoir grandi avec vous.

À **Chris**, plus de 15 ans que nous sommes liés, par nos études, mais surtout par notre amitié. On aura partagé un sacré paquet de choses ! Merci pour tout, sincèrement.

À la **team Mauzacaise** (au **Néo Docteur Lelann, Medhi, Coco ...**), merci milles fois de savoir me changer les idées, me faire décompresser, et pour la joie que j'ai à venir vous retrouver dans notre petit havre paisible... (ou pas !).

Thibault et **Alexia** (parce qu'on est des ... Warriors !), **Victor** et **Romane**, je vous adresse mes sincères remerciements pour l'aide que vous m'avez apportée en cet été d'écriture, vous m'avez tant permis d'avancer. À vous et à tous nos compagnons de **l'Internat de Castres**, nous aurons quand même passé un semestre mémorable, ponctué certes de beaucoup de travail, mais surtout de très bonnes parties de rigolades autour de barbecues et de nos jeux favoris ! À mes co-internes et amis (**Marion, Simon, Alice, Jérémie, Arthur, Malo, Salomé, Julia, Laetitia, Mathieu, Audrey...**), merci pour ces années de stages passées ensemble, à notre entraide et aux bons moments ; et à celle qui arrive !

ABBREVIATIONS

SSE : Situation Sanitaire Exceptionnelle
ORSEC : Organisation de la Réponse de Sécurité Civile
SAMU : Service d'Aide Médicale Urgente
NOVI : Nombreuses Victimes
SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours
COPG : Commandant des Opérations de Police et de Gendarmerie
COS : Commandant des Opérations de Secours
DSIS : Directeur des Secours Incendie et Sauvetage
DSM : Directeur des Secours Médicaux
PMA : Poste Médical Avancé
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
NTS : Non Technical Skills (Compétences Non Techniques : CNT)
UA : Urgences Absolues
UR : Urgences Relatives
EU : Urgences Extrêmes
U1 : Urgences Graves
CRM : Crisis Resource Managment
GC : Groupe Contrôle
GI : Groupe Interventionnel
SMUR : Service Mobile d'Urgence et de Réanimation
IDE : Infirmier Diplômé d'Etat
OGRS : Ottawa Global Rating Scale
DASH : Debriefing Assessment for Simulation in Haelthcare

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	3
A. Rationnel.....	3
A.1. Situation sanitaire exceptionnelle (SSE).....	3
A.2. Epidémiologie	3
A.2.1 Catastrophes naturelles	3
A.2.2 Catastrophes technologiques.....	5
A.2.3 Attentats terroristes (7)	6
A.3. Les plans de secours.....	9
A.3.1 Plan ORSEC.....	9
A.3.2 Plan NOVI	9
A.4. Les compétences	10
A.4.1 Les compétences techniques	10
A.4.2 Les compétences non techniques	11
A.5. L'enseignement en médecine de catastrophe.....	12
A.6. Les Serious Game	13
B. Problématique de recherche	14
MATERIEL ET METHODE.....	16
A. Design de l'étude	16
B. Participants.....	16
C. Protocole	16
C.1 Contrôle.....	17
C.2 Intervention	18
C.3 Evaluation	19
D. Objectifs.....	20
D.1. Objectif primaire.....	20
D.2. Objectifs secondaires	20
E. Critères de jugement.....	20
E.1. Critère de jugement principal	20
E.2. Critères de jugement secondaires	21
F. Taille de l'échantillon.....	22
G. Randomisation	22
H. Analyse statistique	23
RESULTATS.....	24
A. Caractéristiques des participants.....	24
B. Résultats du critère de jugement principal	25
C. Résultats des critères de jugement secondaires.....	26

C.1. Compétences non techniques	26
C.2. Satisfaction des participants au debriefing.....	27
C.3. Coûts financiers.....	28
DISCUSSION.....	29
A. Principaux résultats.....	29
A.1. Objectif primaire.....	29
A.2. Objectifs secondaires	30
A.2.1 Compétences non techniques.....	30
A.2.2 Satisfaction des participants au debriefing	30
A.2.3 Coûts financiers	31
B. Limites.....	31
B.1. Participants.....	31
B.2. L'évaluation	32
C. Ouverture.....	32
CONCLUSION.....	33
BIBLIOGRAPHIE.....	34
ANNEXES.....	38

INTRODUCTION

A. Rationnel

A.1. Situation sanitaire exceptionnelle (SSE)

En France, la notion de « situation sanitaire exceptionnelle » apparaît récemment en 2013 dans les textes de loi.

Elle est définie pour la première fois dans le Code de la Santé Publique, en ces termes : « Une situation sanitaire exceptionnelle, au sens de la présente circulaire, s'entend comme la survenue d'un évènement émergent, inhabituel et/ou méconnu qui dépasse le cadre de la gestion courante des alertes, au regard de son ampleur, de sa gravité (en terme notamment d'impact sur la santé des populations, ou de fonctionnement du système de santé) ou de son caractère médiatique (avéré ou potentiel) et pouvant aller jusqu'à la crise » (1).

Ces situations inédites peuvent revêtir plusieurs formes : des événements sanitaires de long terme comme les épidémies (exemples : Grippe H1N1 en 2009, COVID 19), du moyen terme comme les catastrophes naturelles (exemples : Canicule de 2003 , Inondations répétées, Tempête de 1999), ou enfin sur du court terme comme l'accidentologie (exemples : Explosion de l'usine AZF en 2001, Explosion de Beyrouth en Août 2020) et le terrorisme (exemples : Attentats du World Trade Center en 2001, Attentats de Charlie Hebdo et de Novembre 2015).

Le travail de cette thèse se focalisera sur ce dernier type de SSE, à savoir des événements sanitaires de courte période pouvant impliquer de nombreuses victimes ; la médecine d'urgence étant en première ligne lors de leurs survenues.

Afin de comprendre l'enjeu de leur prise en charge, l'épidémiologie de ces événements doit être connue. Nous aborderons dans cette partie les principales catastrophes auxquelles nous avons à faire face : les catastrophes naturelles, technologiques, et les attaques terroristes.

A.2. Epidémiologie

A.2.1 Catastrophes naturelles

• *Dans le monde (2)*

Entre 2001 et 2015 une hausse de 43 % des catastrophes d'origine naturelle est constatée au niveau mondial, avec une moyenne de 700 événements par an en 2001 contre 1000 en 2015.

La proportion « d'évènements graves » à savoir un évènement ayant engendré plus de 5 décès (2), reste stable et représente environ un tiers des catastrophes recensées.

Les désastres naturels causants le plus de victimes sont dominés par les séismes, cyclones et tsunamis survenant principalement en Asie. Sur cette période les séismes auront été responsables de plus de 450 000 décès, 300 000 pour les tsunamis et presque 200 000 pour les cyclones.

Bien que le nombre d'évènements augmente de manière progressive, les conséquences humaines n'évoluent pas proportionnellement.

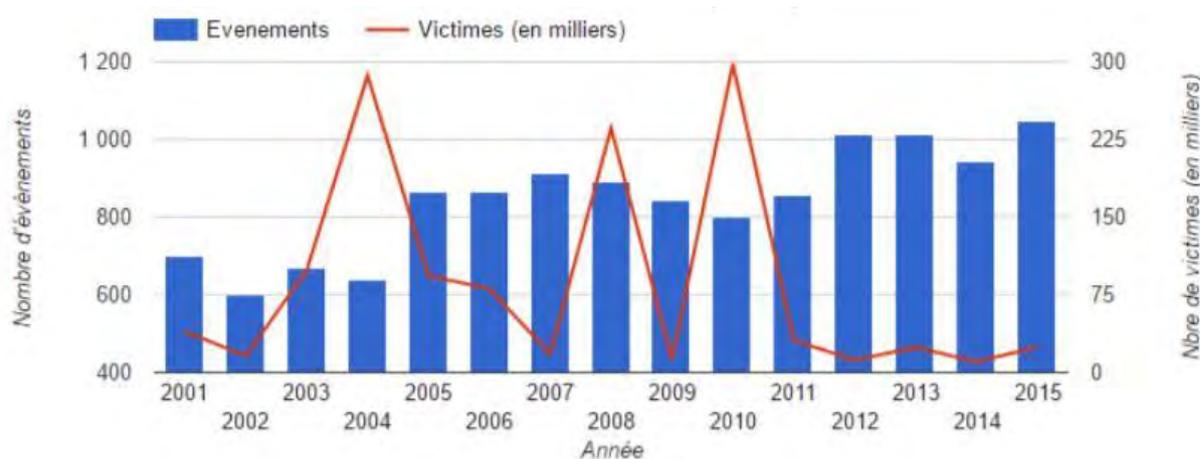


Figure 1. Nombre de catastrophes naturelles (évènements) et de victimes en conséquence dans le monde de 2001 à 2015 (Source : CatastrophesNaturelles.net)

Ce graphique permet en effet de constater que les plus grandes pertes humaines se concentrent sur un nombre d'années restreintes (2004, 2008 et 2010) où les évènements ont été particulièrement meurtriers.

Lors de ces catastrophes de grande ampleur le nombre de victimes, blessés et disparus ne peut être qu'estimé. Le séisme suivi d'un tsunami dans l'Océan Indien en 2004 aura recensé plus de 270 000 victimes. En 2008, presque 140 000 personnes auront péri lors du cyclone survenu en Birmanie, ainsi que 88 000 en Chine touchée cette même année par des séismes. Le début de 2010 aura été marqué par les séismes d'Haïti, où le nombre de victimes estimé est de plus de 225 000.

• En France (3)

Du fait de sa géographie la France est relativement épargnée par ce type de catastrophes. Sur la période de 2001 à 2015, le chiffre de 25 000 décès est retenu mais 96% sont imputables à la canicule de 2003.

Les événements naturels accidentels principaux en termes de conséquences humaines sont les inondations, avalanches et tempêtes (loin derrière les canicules), ayant entraînés respectivement 288 (5,1%), 201 (3,5%) et 119 (2,1%) victimes sur cette période.

Les conditions naturelles peuvent donc engendrer de grands désastres en termes de vies humaines, mais d'autres facteurs sont à l'origine d'événements sanitaires exceptionnels.

A.2.2 Catastrophes technologiques

L'explosion d'un stock de nitrate d'ammonium à Beyrouth en Août 2020, comptant à ce jour 190 morts et plus de 6 500 blessés, nous rappelle que nos dispositifs industriels présentent une menace sanitaire (4).

Depuis le XXème siècle le développement des technologies a entraîné l'émergence de nouveaux risques avec comme conséquence la survenue d'incidents industriels, nucléaires, chimiques et biologiques. Bien que le nombre de victimes soit inférieur à celui causé par les catastrophes naturelles, les préoccupations n'en demeurent pas moindre (5). En effet ces incidents peuvent avoir des répercussions sanitaires à long terme, ce qui nécessite des mesures de protections immédiates et des évacuations en plus de la prise en charge des victimes directes.

Les plus grands exemples de ce type de catastrophe sont l'explosion de la centrale nucléaire de Tchernobyl en 1986 et celle de Fukushima en 2011. Il est à ce jour encore difficile de connaître le nombre exact de victimes directes, les effets des substances radioactives s'évaluant sur du long terme, et l'incident de Fukushima étant survenu dans des circonstances confondantes (séisme et tsunami). Cependant, la population évacuée dans les deux cas rendait compte de l'ampleur des dispositifs sanitaires nécessaires (270 000 personnes pour Tchernobyl et 150 000 à Fukushima)(6).

Outre les accidents nucléaires, bien d'autres catégories d'incidents technologiques sont responsables de dommages humanitaires avec un nombre de blessés considérable. Les explosions de fabriques contenant des substances chimiques, toxiques arrivent en premier lieu. Pour exemples : la fuite de gaz toxique depuis une usine chimique à Bhopal (Inde) en 1984 causa 2 800 décès et environ 50 000 blessés; l'explosion de l'usine AZF à Toulouse en 2001 avait fait 30 morts et plus de 2 500 blessés; 1000 victimes étaient à déplorer en 2002 au Nigeria suite à l'explosion d'un dépôt de munitions (...)(5).

Depuis la fin du XX^{ème} siècle les incidents que nous venons de décrire ne sont pas les seuls pourvoyeurs de situation de crise sanitaire, une nouvelle menace émerge : les attentats terroristes.

A.2.3 Attentats terroristes (7)

• *Dans le monde*

Depuis les années 1970, on dénombre plus de 200 000 attaques terroristes à potentiel meurtrier dans le monde.

Une des plus connues et des plus meurtrières, est bien sûr l'attaque du World Trade Center le 11 Septembre 2001 à New-York comptant tristement près de 3000 décès et plusieurs milliers de blessés. L'après, à savoir le début des années 2000, permettra de distinguer deux phases dans l'épidémiologie des attentats dans le monde entre 1970 et 2015 :

- Des années 1970 au début des années 2000, le nombre d'attaques terroristes reste relativement stable. Le nombre passe de moins de 1000 par an dans les années 1970 à environ 5000 par an au milieu des années 1990, puis diminue jusqu'au début des années 2000 à une moyenne de 2000 par an.

Le pourcentage d'évènements meurtriers avoisine les 50%.

Pour mentionner les localisations, l'Europe de l'Ouest aura été la plus touchée entre 1970 et 1980, comptant près de 80 % des attaques ; période marquée par les revendications nationalistes. Les années 1980-1990 recenseront une majorité d'évènements en Amérique Latine, dans son contexte d'instabilité institutionnelle.

- Entre 2005 et 2015, le schéma se modifie : une phase de croissance exponentielle est constatée avec plus de 16 000 attaques recensées en 2014, plus de 40 000 morts et le même nombre de blessés. Sur la totalité, le pourcentage d'évènements meurtriers reste de l'ordre de 50%.

Sur cette période, l'Europe de l'Ouest fait partie des zones les moins touchées, quand le Moyen Orient recense plus de 75% des attaques après l'invasion de l'Irak en 2003, la déclaration de la « lutte contre le terrorisme » ainsi que la multiplication de guerres civiles et religieuses.

L'année 2015, bien que malheureusement gravée dans la mémoire des Français, sera la première année du déclin du nombre d'attentats dans le monde. Avec 8 500 attaques

recensées, l'année 2019 constitue la cinquième année consécutive de baisse, loin des chiffres de 2014 et ses 17 000 attaques ; soit une régression de 50%.

Les constatations sont les mêmes pour le nombre de décès, à savoir une réduction de 46% des chiffres (20 300 en 2019 contre 44 000 en 2014).

- *En France*

La répartition du nombre d'attaques terroristes en France sur les 50 dernières années ne suit pas le même schéma qu'au niveau mondial (Figure 2).

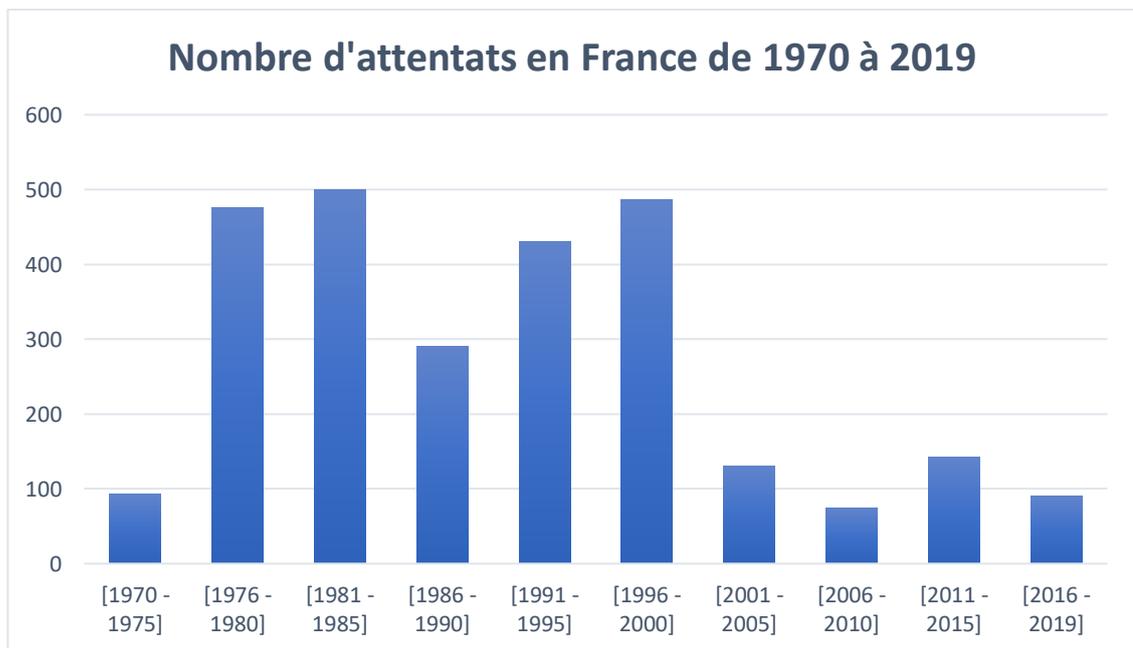


Figure 2. Nombre d'attentats en France de 1970 à 2019 (Source : Global Terrorism Database)

En effet, contrairement à l'impression collective, le nombre d'attentats dans notre pays aura été à son maximum du milieu des années 1970 à la fin des années 1990, avec une majorité perpétrée en Corse (faisant face à une montée du nationalisme). Mais depuis les années 2000, une baisse du nombre absolu se constate : on compte en moyenne entre 20 et 30 attaques par an sur le sol Français.

En revanche, le nombre de décès imputables aux actes terroristes évolue défavorablement ces dernières années (Figure 3).

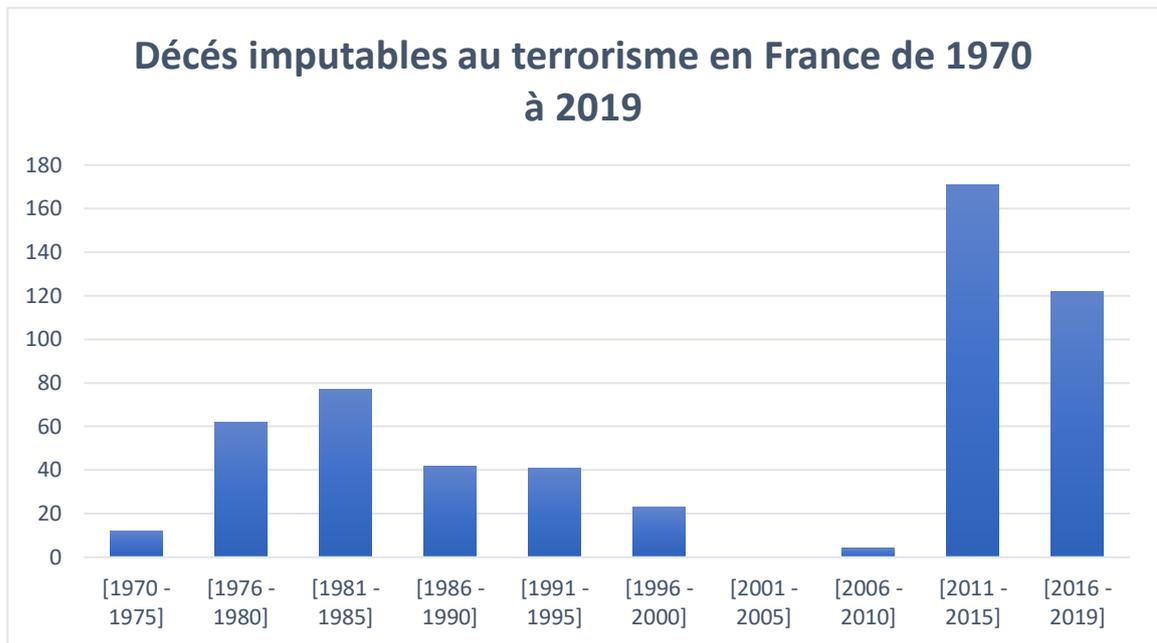


Figure 3. Décès imputables au terrorisme en France de 1970 à 2019

A notre échelle nationale, la proportion d'actes meurtriers restait minime en comparaison aux attaques ne causant pas de victimes. En effet, entre 1970 et 2000, 5 à 15 % des attentats auront provoqué des décès, et l'ordre de grandeur est à peine moindre entre 2000 et 2014 avec des taux de 0 à 13%. Ce diagramme en bâtons met en évidence une nette augmentation du nombre de victimes sur la dernière décennie, à mettre en lien avec les actes malveillants de 2015 et 2016 principalement.

L'année 2015, et notamment ses attaques du 13 Novembre à Paris, sera la plus meurtrière avec 37 attentats dont 15 mortels et plus de 160 décès. L'année 2016 arrive juste après avec l'attaque au camion bélier du 14 Juillet à Nice ayant provoqué 87 morts et plus de 400 blessés. Elles marqueront également la médecine pré hospitalière par la complexité des menaces, leur caractère multisite et la diversité des moyens offensifs, faisant de la gestion du terrain et des moyens un enjeu prioritaire.

Les SSE apparaissent donc comme des événements de plus en plus fréquents, et le nombre de victimes imputables en est préoccupant. Les contraintes liées à ces catastrophes nécessitent un management spécifique à l'origine du développement de plans de secours adaptés.

A.3. Les plans de secours

A.3.1 Plan ORSEC

Le plan ORSEC initialement acronyme d'« Organisation des secours » en 1952, est devenu en 2005 « Organisation de la réponse de sécurité civile » lors de la parution de la loi de modernisation de la Sécurité Civile du 13 Août 2004.

Décliné aux plans départemental, zonal et maritime, ce dispositif opérationnel organise de façon polyvalente la réponse à une gestion de crise en termes de défense et de sécurité civile. Il comporte principalement trois catégories d'actions : un inventaire et une analyse des risques, un dispositif opérationnel répondant à cette analyse, et les modalités de préparation et d'entraînement (8).

L'organisation des secours concerne tous les intervenants de première ligne lors de ces situations critiques : forces de l'ordre, sapeurs-pompiers, SAMU (Service d'Aide Médicale Urgente).

Le plan ORSEC se décline en plusieurs dispositifs spécifiques permettant de faire face aux conséquences anticipées de chacun des risques.

A.3.2 Plan NOVI

Le plan NOVI (« Nombreuses Victimes »), historiquement plan Rouge, est un des dispositifs du plan ORSEC destiné à secourir de nombreuses victimes en un même lieu et à organiser les premiers soins (9).

Il ne peut être déclenché que par le préfet du département lors d'évènements mettant en péril de nombreuses victimes au sens large du terme, et mobilise tous les acteurs de la chaîne de secours préhospitalière. Le SAMU et le SDIS (Service Départemental d'Incendie et de Secours) en sont les principaux intervenants, avec la collaboration d'un Commandant des Opérations de Police et de Gendarmerie (COPG) responsable du maintien de l'ordre public, de la mise en place d'un périmètre de sécurité et de la gestion de la logistique pour les évacuations. Sous l'autorité du préfet un Commandant des Opérations de Secours (COS) est nommé sur le terrain. Il organise conjointement la gestion globale du sinistre sous la responsabilité d'un Directeur des Secours Incendie et Sauvetage (DSIS), et la gestion des victimes sous la responsabilité d'un Directeur des Secours Médicaux (DSM). Ce DSM a pour rôle d'organiser toute la chaîne de soins depuis le site jusqu'à l'hôpital, dont les premiers soins d'urgence et le triage des victimes autour d'un Poste Médical Avancé (PMA).

Deux zones de mouvements s'organisent autour du PMA :

- Une zone de ramassage des victimes à proximité du lieu de l'incident et leur rapatriement vers le PMA : Petite Noria
- Une zone d'évacuation des victimes selon leur triage depuis le PMA vers les structures hospitalières compétentes : Grande Noria.

La régulation médicale en collaboration avec les organismes de secours (Sécurité Civile, SDIS...) est responsable des moyens mis à disposition pour les transports, l'évacuation, l'orientation des patients ainsi que du lien avec les établissements où ils sont adressés (10).

Ces plans de secours permettent d'aborder l'enjeu majeur d'une préparation adéquate du corps médical à des situations de crise.

En France les derniers événements faisaient l'état d'une recrudescence des victimes imputables aux attentats terroristes, ainsi que d'une nouvelle problématique : la dynamique et la multiplicité des armes utilisées lors des attaques (11). Explosions, prises d'otages, agressions de masse aux armes blanches, aux armes de guerre, sur plusieurs sites et perpétrés par plusieurs acteurs au même moment, sont autant d'éléments qui ont complexifié la prise en charge des attentats de Paris en Novembre 2015. Ils rendent compte de la préparation, de l'anticipation et de la réactivité dont les instances pré hospitalières doivent faire preuve ; et dès lors de la nécessité d'une formation avec des compétences spécifiques.

A.4. Les compétences

L'Organisation mondiale de la santé (OMS), dans les années 2010, a souhaité répondre à des préoccupations croissantes concernant les standards de compétences nécessaires à la gestion de catastrophes soudaines (12).

Dans la prise en charge de SSE, et plus généralement en médecine, on peut distinguer deux grandes catégories de compétences : les compétences techniques, et les compétences non techniques (NTS : Non Technical Skills).

A.4.1 Les compétences techniques

Les compétences techniques, également appelées compétences primaires, s'en réfèrent aux prérequis théoriques et pratiques de la formation médicale conventionnelle. Leur caractère multidisciplinaire, et adaptable à chaque situation ne permet pas d'en faire une liste exhaustive. Mais nous pouvons mentionner les plus importantes en SSE: en premier lieu le

triage de victimes de masse (13), les techniques de damage-control, la prise en charge antalgique, réanimatoire, de dégagement et d'évacuation, la gestion des brûlures, des risques chimiques, nucléaires ...

Le triage est un acte médical dynamique visant à catégoriser les victimes selon le degré d'urgence de la prise en charge de leurs lésions. Les blessés physiques sont classiquement catégorisés en 2 grandes entités, les UA (urgences absolues) et les UR (urgences relatives). La priorité des évacuations se fait sur les UA, classées en 2 sous catégories : les EU (urgences extrêmes) et les U1 (urgences graves). Sans prise en charge réanimatoire rapide les U1 ont un pronostic vital engagé à court terme, et immédiatement pour les EU. Le triage comprend également la reconnaissance des personnes impliquées (« blessé psychologique ») et des victimes décédées ou à un stade d'urgence dépassée (10).

L'annexe 1 reprend les définitions et caractéristiques de chaque catégorie de triage.

Le damage-control est une pratique dérivée de la médecine militaire dont l'objectif est une diminution des morts évitables liées à une hémorragie. En pratique, cela consiste à repérer et traiter provisoirement une lésion qui pourrait causer la mort à court terme : réaliser des gestes d'hémostase (11) (garrot, pansements hémostatiques, contention pelvienne...), assurer une oxygénation adéquate (libération des voies aériennes supérieures, exsufflation de pneumothorax, pansements 3 côtés...), maintien de la perfusion tissulaire et lutte contre l'hypothermie (10).

A.4.2 Les compétences non techniques

Les compétences non techniques peuvent se définir comme des ressources cognitives, sociales et personnelles qui complètent les compétences techniques, contribuant à une exécution sûre et efficace des tâches (14).

Sous l'impulsion de Gaba l'anesthésie aura été une des premières spécialités médicales, en se basant sur les travaux élaborés plus tôt dans l'aviation, à mettre l'accent sur ces capacités (Crew Resource Management) et l'intérêt de développer leur promotion (Anesthesia Crisis Resource Management). Flin et al. en 2015, en décrivent les principales catégories (14): Situation awareness (conscience de la situation), Decision-making (prise de décision), Teamwork (travail en équipe), Leadership (diriger), Coping with stress (faire face au stress), Managing fatigue (gérer la fatigue).

Aux Etats-Unis, les centres référents en santé publique ont également tenté d'établir avec les écoles concernées une liste des compétences comportementales en situation de catastrophe.

Les principaux items qui en ressortent sont la connaissance des concepts psychosociaux et comportements des catastrophes, la communication, l'aptitude à évaluer les ressources nécessaires selon le type d'intervention, celle à élaborer un plan d'action, ainsi que la connaissance des techniques de soin et de gestion du stress (15).

La médecine d'urgence empruntera par extension certains de ces concepts, autrement appelés Crisis Resource Management (gestion des ressources en crise), adéquats aux SSE.

Dès 2005, Parrish et al. réalisaient déjà une étude à visée pédagogique afin de promouvoir l'enseignement du Leadership en situation de crise (16). Bien que l'enseignement soit encore axé majoritairement sur les compétences techniques, il est prouvé que les facteurs humains, les NTS, sont la principale source d'erreurs (17). Il est primordial que ces compétences deviennent une priorité à enseigner en médecine de catastrophe.

A.5. L'enseignement en médecine de catastrophe

En France, la notion de médecine de catastrophe et son enseignement universitaire se sont développés dans les années 1980 sous l'impulsion des Professeurs Pierre HUGUENARD, Alain LARCAN et au Docteur René NOTO, médecins réanimateurs et des armées (18).

C'est sur le constat de la multiplication des attentats, des catastrophes naturelles ou accidentelles, que la nécessité d'une discipline dédiée et structurée est apparue. Elle emprunte des spécificités tant à la médecine de guerre, qu'à la médecine d'urgence, et réanimatoire.

En 1983, la Société française de médecine de catastrophe est fondée et organise annuellement l'enseignement universitaire de cette discipline. Initialement diplôme universitaire, c'est aujourd'hui une capacité coordonnée par l'Union Européenne, qui s'enseigne dans 8 facultés de médecine en France : Paris Créteil, Paris Descartes, Toulouse, Bordeaux, Amiens, Lyon, Lille, Marseille-Montpellier (19).

La formation se déroule sur une année universitaire. Les méthodes pédagogiques sont principalement axées sur l'apprentissage des compétences théoriques (organisation et acteurs de la chaîne de secours, triage, cellule de crise, Plan Blanc, soins médicaux spécifiques, risques biologiques chimiques et nucléaires, décontamination ...) enseignées lors de conférences et de cours magistraux. La formation pratique s'exerce au cours d'ateliers de gestes simulés et notamment lors de l'exercice préfectoral annuel de type NOVI. Cet exercice simule, avec la participation de tous les organismes de secours pouvant

être impliqués, la survenue d'une SSE avec la mise en place du dispositif de crise et l'élaboration de la chaîne de secours pré hospitalière. Cette simulation est l'occasion pour les étudiants d'observer et de participer à un tel dispositif, mais qui par la complexité de son élaboration ne se réalise qu'annuellement et ne permet donc pas un entraînement répété.

La validation des connaissances et des compétences de cet enseignement est réalisée par une évaluation certificative comprenant un examen écrit, et une mise en application des acquis au cours d'une situation simulée.

Bien qu'essentiel pour la formation, ce type d'exercice de simulation grandeur nature semble insuffisant et un nouvel outil pédagogique prometteur, les Serious Game (« Jeux Sérieux »), prend de l'ampleur.

A.6. Les Serious Game

La revue de la littérature rapporte que depuis les années 2010, la communauté scientifique s'intéresse et investit de plus en plus dans l'enseignement par réalité virtuelle, support des Serious Game.

Ces derniers, initialement créés dans le domaine militaire, se développent depuis une quinzaine d'années dans le domaine de la santé. Ils se définissent comme des applications utilisant les caractéristiques des jeux vidéos et informatiques pour créer une expérience engageante et immersive, dans le but de répondre à des objectifs d'apprentissage spécifiques, et de fournir des résultats transposables sur le terrain (20).

Entre 2007 et 2014, le nombre de Serious Game recensés passe de 2 à 42, dont 79% ont été évalués pour être des outils pédagogiques dans le milieu médical (21).

Concernant la médecine d'urgence, et notamment les SSE, les Serious Game révèlent leur potentiel : évaluer un plan blanc hospitalier (22), analyser les mouvements de foules lors d'évacuations (23), modéliser des événements complexes avec des victimes en nombre, appréhender leur gestion et étudier leur management (24).

Les études réalisées dans les années 2010, soit dans les prémices du développement de ces outils pédagogiques, commençaient d'ores et déjà à valider leur pertinence en terme d'acceptabilité pour les participants (25). Ces derniers étaient significativement satisfaits des scénarios, préférant cette méthode de formation, se sentant plus en confiance et plus préparés à faire face aux situations de crise (26) (27).

B. Problématique de recherche

Sarin et al. en 2016, rapportaient une diversité importante des outils pédagogiques utilisés en médecine de catastrophe, avec une majorité de conférences et séminaires (peu d'exercices et de simulation en comparaison), mais surtout un manque de coordination et de standardisation (28).

De même, pour Hansoti et al. la plupart des professionnels n'ayant pas été exposés directement à une situation sanitaire exceptionnelle, une formation incluant une préparation aux compétences techniques et non techniques était primordiale. Bien que les enseignements à ce sujet se multiplient, ils manquent d'uniformité et de conventions. Ils proposaient l'utilisation traditionnelle de séminaires et conférences, en ajoutant l'entraînement par simulation virtuelle devant la complexité organisationnelle des exercices grandeur nature (29).

Ces exercices grandeur nature, que nous appelleront pour l'étude exercices in situ (exercices NOVI), dévoilent tout de même leur rôle pédagogique. En simulant à pleine échelle une catastrophe sanitaire mettant en scène des patients simulés lors d'un scénario prédéfini et organisé, les personnels de santé, de secours et de sécurité s'entraînent à la survenue réelle d'un tel événement. Livingston et al. décrivaient ce type de préparation organisé annuellement dans une Ecole d'Infirmiers au Texas, et son impact positif sur le travail d'équipe, l'acquisition des compétences, des rôles et responsabilités de chacun (30).

Néanmoins le coût, la recherche de nombreux volontaires qui simulent les victimes, l'organisation administrative, de terrain, la cohésion entre les instances participantes et autres difficultés rendent la réalisation de ces exercices délicate.

Intuitivement, un entraînement est efficace s'il est répété régulièrement. Summerhill et al. l'ont prouvé dans une étude pilote, montrant que le groupe d'étudiants s'exerçant rapidement en simulation après le programme de formation obtient de meilleurs résultats (connaissances en matière de biodéfense et de préparation aux catastrophes dans ce projet), que le groupe contrôle. Cependant un an après l'enseignement, sans pratique, les deux groupes retrouvaient le même niveau (31). Des exercices réguliers semblent donc être primordiaux dans la formation médicale à la gestion de SSE.

Plus récemment la distinction d'enseignement entre les différentes compétences citées plus haut se fait. La littérature s'enrichit de preuves concernant le bénéfice de la simulation virtuelle (Serious Game) dans l'acquisition des compétences techniques. En 2010, Knight et

al. dans une étude contrôlée randomisée qui incluait 91 étudiants démontraient le potentiel pédagogique des Serious Game dans la performance au triage en comparaison aux méthodes traditionnelles d'entraînement (32). En 2015, Luigi Ingrassia et al., dans une étude randomisant 56 étudiants en médecine, montraient également l'équivalence des entraînements par Serious Game et par simulation In Situ dans le développement des performances en terme de triage de masse et de mise en place des traitements d'urgence vitale (33). Ces conclusions se confirment encore quelques années plus tard, en 2018, par Ferrandini Price et al (34).

En revanche malgré l'importance des NTS en situation de crise, trop peu d'études se sont intéressées à leur initiation en simulation.

La problématique suivante se dégage :

L'augmentation des SSE et des victimes en conséquence rendent nécessaire une formation en médecine de catastrophe adaptée, notamment centrée sur les compétences non techniques (les CRM). Mais l'enseignement actuel ne permet pas une exposition suffisante à des expériences professionnalisantes. Les Serious Game en réalité virtuelle semblent être un nouvel outil pédagogique prometteur qui pourrait avoir sa place pour palier à ce manque.

Nous émettons alors l'hypothèse que la formation par Serious Game en réalité virtuelle permet un apprentissage aussi efficace des compétences non techniques des médecins dans la gestion d'une SSE que la formation in situ. Les résultats aux évaluations des NTS seront équivalents que l'outil pédagogique soit un Serious Game ou un exercice in situ.

Cette hypothèse de recherche est alors à l'origine du projet d'étude 3D CATA. Ce dernier a pour objectif de démontrer que la réalité virtuelle par les Serious Game permet l'acquisition des compétences non techniques en SSE au même titre que la simulation in situ, l'apprentissage des compétences techniques par cet été outil étant déjà validé.

MATERIEL ET METHODE

A. Design de l'étude

L'étude 3D CATA est une étude pilote prospective, interventionnelle, randomisée et monocentrique. Elle se déroule au Centre Hospitalier Universitaire de Toulouse sur une période qui s'étend de Novembre 2018 à Juin 2020, soit deux années universitaires. Ce projet a fait l'objet d'une déclaration à la Commission nationale de l'informatique et des libertés (Référence RnIPH 2019-27) mais ne rentre pas dans le cadre des recherches impliquant la personne humaine comme définit par l'article R1121-1 du code de la santé publique.

B. Participants

Les sujets recrutés dans cette étude sont les étudiants de la Capacité Universitaire de Médecine de Catastrophe à Toulouse. Les critères d'inclusion sont d'être un médecin urgentiste senior et d'être inscrit à cet enseignement. Nous excluons les sujets qui n'ont pas assistés à tous les séminaires organisés sur l'année universitaire et ceux qui n'ont pas mené la formation à terme.

En début d'année universitaire, tous les sujets ont reçu une notice d'information concernant leur participation à ce protocole.

C. Protocole

Dans ce protocole de recherche, les participants inclus sont tirés au sort en début d'année en deux groupes : groupe contrôle (GC) et groupe interventionnel (GI). Tous participent à la formation universitaire complète, l'intervention se fait sur un exercice de simulation de SSE et les deux groupes sont évalués au terme de l'année.

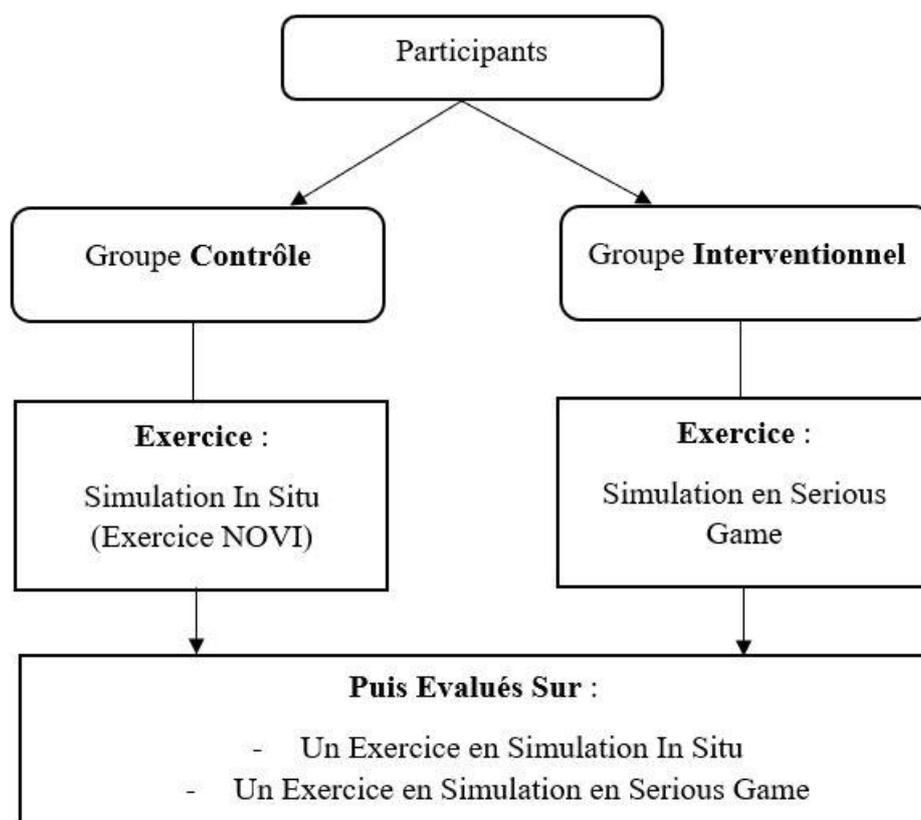


Figure 4. Protocole 3D CATA

C.1 Contrôle

L'ensemble des étudiants bénéficie de la formation à la Capacité de Médecine de Catastrophe au décours de 4 séminaires obligatoires sur l'année (Programme des séminaires de l'année 2019-2020 donnés en Annexe 2). L'enseignement théorique est porté sur les plans et chaînes de secours (triage, postes, cellule de crise...), les prises en charge médicales spécifiques en SSE, les différents risques chimiques, biologiques, nucléaires et les moyens de protection, les organismes intervenants ...

Par convention pour l'étude nous appelons « Exercice In Situ » un exercice de simulation « réelle », réalisé physiquement sur le terrain, à la différence d'un exercice Serious Game en simulation virtuelle, réalisé sur outil informatique.

Le groupe contrôle participe à la simulation in situ annuelle de SSE organisée par la préfecture (l'exercice NOVI dont le scénario change chaque année) en tant que médecin acteur de la chaîne de secours préhospitalière. L'exercice débute par un briefing de la situation qui va être mise en place, l'attribution des rôles de tous les participants, puis le

scénario commence selon un timing prédéfini. Chaque sujet du groupe contrôle est positionné en doublure d'un médecin expérimenté sur les postes clefs de la chaîne de secours médicale : DSM, Médecins de l'avant sur chaque chantier, Chef PMA, Médecin à l'entrée du PMA, Médecin de sortie du PMA, Responsable des UA, Responsable des UR, Médecin de la Cellule de Crise. Le scénario se termine lorsque tout le dispositif de secours est mis en place, que les victimes sont triées, prises en charge, et que les évacuations sont organisées. Au terme de l'exercice, un debriefing est réalisé dans le but d'analyser ce qui a été simulé, les points positifs et ceux à améliorer en permettant à chacun d'exprimer son ressenti.

C.2 Intervention

L'intervention consiste à mettre en place un exercice de simulation de SSE en Serious Game pour le groupe interventionnel, de façon à ce que les deux groupes diffèrent dans leur apprentissage pratique.

Nous avons choisis pour cette étude de travailler sur la plateforme virtuelle Second Life, une des plus connues dans ce domaine (35) et déjà utilisée à Toulouse. Dans cet environnement, une station pérenne a déjà été créée (une ville sur une île, Annexe 3) qui dispose de plusieurs bâtiments permettant de simuler une SSE (Hôpital, SAMU, Caserne de pompiers, Salle de spectacle, Préfecture, Immeubles, Routes ...). Chaque utilisateur connecté en ce lieu est alors présent sous la forme d'un avatar (personnages avec une apparence modifiable) qui peut se déplacer, interagir avec les objets et les autres avatars présents (par chat ou micro/audio). Par convention et en lien avec des contraintes logistiques, nous avons utilisé lors de cette simulation la communication par chat pour les conversations à distance, et orale pour les participants physiquement à proximité dans le logiciel.

Les victimes sont modélisées par des avatars immobiles (sans utilisateur réel les contrôlant) dont les caractéristiques visuelles sont rapidement disponibles au passage de la souris (exemple : « Femme jeune, inconsciente, saigne de la tête »). Pour aller plus loin, une simple manipulation par un « click » permet d'accéder à une fiche regroupant les informations qui seraient recueillies lors d'un interrogatoire bref et d'un examen clinique rapide (Annexe 4). Toutes ces informations sont données au préalable aux participants.

Cette simulation en Serious Game débute par un briefing d'introduction qui met en place les conventions d'exercice, à savoir les prérequis nécessaires pour se rapprocher d'une situation réelle dans ces conditions (Annexe 5). Les premiers rôles nécessaires au lancement de

l'exercice sont distribués (DSM et Médecin de la Cellule de crise), et les autres participants répartis en équipes SMUR. Chacun dispose d'un ordinateur et d'une fiche de poste lui permettant de se connecter sur l'île avec un avatar prédéfini (Médecin 1, IDE1, Ambulancier 1, Médecin 2...).

Le scénario élaboré (attaque terroriste multisite, Annexe 6) est alors mis en scène, avec l'aide de facilitateurs jouant des rôles à part entière (COPG, COS) et gestionnaires de l'environnement virtuel.

Les étudiants ont pour objectif de mettre en place la chaîne de secours et de se répartir les postes clés afin de procéder au triage des victimes (en créant des vignettes « Fiche de l'Avant » visualisables par tous sur le logiciel), à leur prise en charge et à l'organisation de leur évacuation.

De la même façon que pour la simulation in situ, un debriefing est mené au terme de l'exercice.

C.3 Evaluation

Au terme de l'année, les groupes contrôle et interventionnel sont évalués en crossing.

Le groupe contrôle est évalué sur un scénario en simulation in situ pendant que le groupe interventionnel est évalué sur un scénario en Serious Game (Carambolage bus et voitures, Annexe 7) dans les mêmes conditions de réalisation que décrits précédemment. Puis les groupes s'échangent et chacun est évalué sur l'autre méthode de simulation avec le même scénario que le groupe précédent.

Les évaluateurs, des professionnels rendant compte d'une expérience en simulation, restent positionnés sur le même exercice. De cette façon, ils ne suivent pas un seul groupe mais évaluent les deux sur une même situation. Sur une durée de scénario d'environ 45 minutes, chaque évaluateur note deux étudiants.

Pour cette évaluation, la simulation in situ est réalisée au sein du SAMU 31 et organisée par les encadrants de la Médecine de Catastrophe. Le principe est le même que pour l'exercice NOVI à la différence que c'est un exercice en « plus petit format » avec moins de participants, les autres organismes de secours n'étant pas présents, et que les victimes sont représentées par des plastrons et non simulées par des personnes.

De façon à limiter les biais de confusion qui pourraient être liés à une méconnaissance des supports d'évaluation, l'ensemble des participants des deux groupes avaient bénéficié au préalable d'une formation aux deux méthodes de simulation.

Au cours de l'année, tous les sujets ont participé à un enseignement d'exercice in situ mis en place par les responsables de la Capacité de Médecine de Catastrophe (Accident de train et de bus, Annexe 8), ainsi qu'à un enseignement en Serious Game sur Second Life pour se familiariser avec le logiciel, les modes de déplacement, de communication, et d'interaction avec les victimes.

D. Objectifs

D.1. Objectif primaire

L'objectif primaire de l'étude 3D CATA est de comparer deux méthodes de simulation, les Serious Game et la simulation in situ, dans l'apprentissage général des compétences non techniques nécessaires à la gestion d'une SSE.

D.2. Objectifs secondaires

Les objectifs secondaires de cette étude sont de comparer ces deux méthodes de simulation en terme :

- D'apprentissage de chacune des compétences non techniques de la CRM
- De satisfaction du debriefing de la simulation
- De coût financier

E. Critères de jugement

E.1. Critère de jugement principal

Pour évaluer les compétences non techniques nécessaires à la gestion d'une SSE nous utilisons l'Ottawa Global Rating Scale (OGRS) (Annexe 9).

Cette échelle est validée dans l'évaluation des performances CRM, montre une faible variabilité inter-évaluateurs (36), et ces derniers la préfèrent à d'autres outils d'analyse à la fois par sa facilité d'utilisation, la présence d'une note globale et son potentiel d'évaluation formatrice (37). Le premier item de cet outil est « l' Overall Performance » (performance globale), noté sur 7 points ; la note maximale correspondant à des compétences en management de crise presque parfaites.

Notre critère de jugement principal est la performance globale en CNT de chaque groupe (GC et GI en simulation in situ et en Serious Game respectivement), évaluée par la moyenne obtenue sur le premier item « Overall Performance » de l'outil OGRS.

E.2. Critères de jugement secondaires

Les autres items de l'OGRS nous servent à évaluer les critères de jugement secondaires, à savoir la performance des groupes dans les domaines spécifiques des CNT. Également évalués sur 7 points, les items sont les suivants : Leadership Skills, Problem Solving Skills, Situational Awareness Skills, Resource Utilization Skills, Communication Skills.

Les CNT en tant que critère de jugement secondaire sont évaluées par la moyenne obtenue par chaque groupe (GC et GI) dans leur simulation sur ces 5 items de l'OGRS.

Le deuxième critère de jugement secondaire est la satisfaction des étudiants à la phase de debriefing de la simulation dont ils ont bénéficié en phase interventionnelle (Debriefing du NOVI pour le groupe contrôle et debriefing de la simulation Serious Game pour le groupe interventionnel).

Nous choisissons d'évaluer cette satisfaction par la grille DASH (Debriefing Assessment for Simulation in Healthcare) (Annexe 10). Cet outil d'évaluation permet aux formateurs d'avoir un retour des participants sur le debriefing mené, de façon à l'améliorer et à favoriser un climat pédagogique favorable (38). Cette grille est composée de 6 éléments à évaluer, avec des items précis dans chaque, tous notés de 1 à 7 en termes de score comportemental (7 étant un comportement du formateur extrêmement efficace).

Le critère de jugement est la moyenne de notes que chaque groupe aura attribué au debriefing de son exercice respectif selon la grille DASH.

Le dernier critère de jugement secondaire correspondant à la valeur financière des deux types de simulation.

Nous évaluons le coût en euros de chacun des deux exercices donnés en phase interventionnelle, en additionnant les fonds nécessaires à leur réalisation. Nous prenons en compte les ressources humaines et matérielles lorsque ces dernières sont estimables.

F. Taille de l'échantillon

La revue de la littérature ne retrouvant pas d'étude similaire au projet 3D CATA, les données sont alors manquantes pour élaborer une hypothèse de différence et calculer un nombre de sujets nécessaires à la démontrer. Ce projet est alors réalisé sous la forme d'une étude pilote, où tous les sujets sur deux années universitaires de Capacité de Médecine de Catastrophe consécutives sont inclus selon les critères ; à savoir environ 30 étudiants.

G. Randomisation

Sur la base de ces éléments, les deux groupes (contrôle et interventionnel) sont tirés au sort en début de chaque année d'inclusion (2018-2019 et 2019-2020).

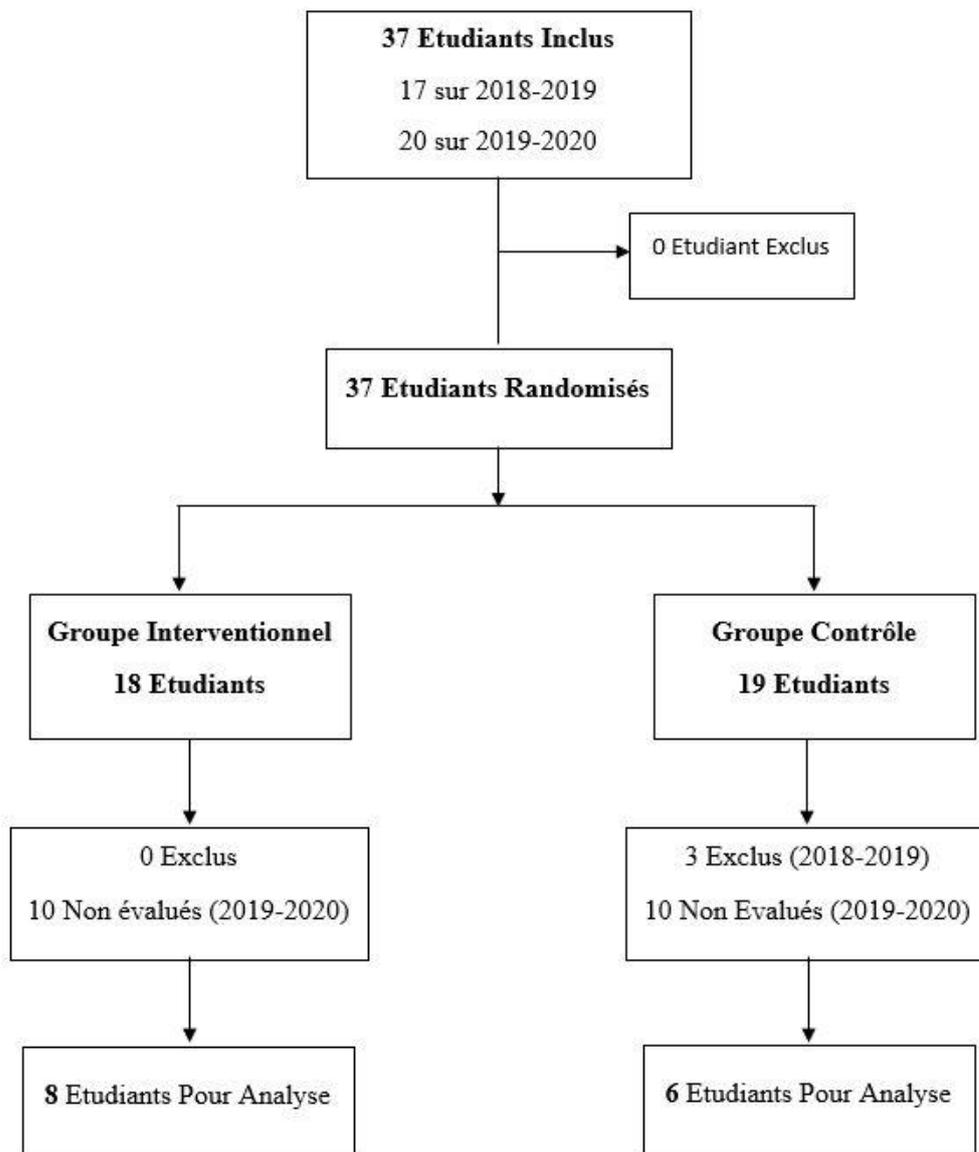


Figure 5. Flow Shart

L'année 2018-2019 comptait 17 médecins inscrits à la Capacité, et 20 sur l'année 2019-2020. Aucun sujet n'a été exclu avant la randomisation. Après cette dernière, on dénombre 18 étudiants dans le groupe interventionnel et 19 dans le groupe contrôle. Pour ne pas avoir terminé la formation universitaire, trois sujets du groupe contrôle sont exclus de l'analyse sur l'année 2018-2019.

La Capacité de Médecine de Catastrophe de l'année 2019-2020 n'ayant pas pu être enseignée complètement à temps en raison de la crise sanitaire pandémique du COVID 19, aucun sujet de cette promotion n'a pu terminer la formation et donc être évalué pour les analyses de cette étude.

Au total, nous comptons 14 sujets pour analyse.

H. Analyse statistique

Les données démographiques des participants ont été recueillies au moyen d'un questionnaire papier à remplir par les participants en début de formation. Ces données ont ensuite été rapportées dans un fichier Excel anonymisé.

L'analyse statistique des données anonymisées a été réalisée à l'aide du logiciel Excel. Toutes les variables de l'étude ont été analysées de façon individuelle avec vérification du nombre de données manquantes et de valeurs aberrantes. Il n'a pas été utilisé de méthode d'imputation pour les valeurs manquantes.

La distribution des variables quantitatives est représentée par la moyenne suivie de l'écart type après vérification de la normalité de distribution.

Pour répondre à l'objectif principal, une comparaison entre les scores moyens de l'OGRS sera effectuée par un test de Student pour série indépendante (ou un test non paramétrique de Mann Whitney si la normalité ou l'homoscédasticité des distributions ne sont pas vérifiées).

Le seuil de significativité statistique permettant de confirmer l'hypothèse H₀, selon laquelle les moyennes sont égales dans les deux groupes, est considéré atteint quand le risque d'erreur est inférieur à 5% ($p\text{-value} < 0,05$).

RESULTATS

Les restrictions en vigueur au cours de l'année 2020 en lien avec la crise sanitaire ont fait arrêter prématurément l'année universitaire et donc empêché la poursuite du protocole d'étude. De ce fait, toute la promotion d'étudiants 2019-2020 initialement randomisée et ayant participé à la phase commune a du être exclue des résultats que nous présentons.

Le nombre de sujets qui a pu terminer le protocole et être évalué est donc inférieur à celui attendu pour analyse (quatorze contre une trentaine). Par conséquent les analyses statistiques prévues sur cet échantillon ne sont pas réalisables à ce stade.

Nous avons donc pris le parti de ne présenter que les résultats dont nous disposons, à savoir l'année 2018-2019, de façon descriptive en attendant de pouvoir poursuivre l'étude 3D CATA dans les conditions adéquates.

A. Caractéristiques des participants

Après exclusion des sujets n'ayant pas complété le cursus, 14 étudiants sont évalués sur l'année 2018-2019 dont 6 (43%) dans le groupe contrôle et 8 (57%) dans le groupe interventionnel. Les caractéristiques choisies pour analyser les deux groupes sont le sexe, l'âge, l'expérience comptée en nombre d'années en tant que senior dans un service d'urgence et la note globale des examens validant la fin de la Capacité de Médecine de Catastrophe.

	Groupe Contrôle	Groupe Interventionnel
	N = 6 (43%)	N = 8 (57%)
Nombre de Femmes (%)	3 (50)	2 (25)
Âge en Années Moyenne \pm σ	32,8 \pm 4,4	31,8 \pm 3
Expérience en Années Moyenne \pm σ	4,5 \pm 2,9	3,5 \pm 1,5
Notes examen /40 Points Moyenne \pm σ	28,9 \pm 1,5	29,8 \pm 1,3

Tableau 1. Caractéristiques des groupes contrôle et interventionnel

Dans le GC la répartition entre hommes et femmes est équivalente alors que les femmes sont moins représentées dans le GI (25% du groupe).

La moyenne d'âge de chaque groupe est d'un peu plus de 30 ans (32,8 ans pour le GC et 31,8 ans pour le GI), avec une dispersion un peu plus importante dans le GC (écart type respectivement de 4,4 contre 3).

De même l'expérience en tant que senior urgentiste est d'une année de plus dans le GC (4,5 ans contre 3,5 ans dans le GI) avec des valeurs plus étalées dans le premier groupe (écart type respectivement de 2,9 contre 1,5).

Les notes obtenues à l'examen de fin d'année montrent des moyennes proches entre les deux groupes (28,9 dans le GC et 29,8 dans le GI) avec des valeurs relativement homogènes dans chaque (écart types de 1,5 et 1,3).

B. Résultats du critère de jugement principal

Les résultats du critère de jugement principal de cette étude, à savoir la performance moyenne de chaque groupe sur l'Overall Performance de l'OGRS dans les deux types de simulation, sont présentés de façon descriptive dans le Tableau 2.

	Simulation In Situ	Serious Game
	Moyenne \pm σ	Moyenne \pm σ
Groupe Contrôle	5,5 \pm 1	3,8 \pm 0,8
Groupe Interventionnel	5,5 \pm 0,9	6,1 \pm 0,8

Tableau 2. Résultats de l'évaluation des groupes Contrôle et Interventionnel au critère de jugement principal (Overall Performance de l'OGRS) sur chaque méthode de simulation

Sur l'évaluation en simulation In Situ nous constatons que le groupe interventionnel, ayant bénéficié de l'entraînement en simulation virtuelle à la place de l'exercice in situ NOVI, obtient une moyenne de 5,5 sur 7 et le groupe contrôle de 3,8 sur 7. Sur l'évaluation en Serious Game la moyenne du groupe interventionnel est de 6,1 sur 7 et celle du groupe contrôle à 3,8 sur 7.

Les résultats sont homogènes avec de faibles écart types dans les deux groupes.

C. Résultats des critères de jugement secondaires

C.1. Compétences non techniques

Les résultats des performances sur les compétences non techniques spécifiques selon l'OGRS sont présentés dans le tableau 3. Au nombre de 5, elles sont toutes notées sur 7 points : Leadership Skills, Problem Solving Skills, Situational Awareness Skills, Resource Utilization Skills, Communication Skills.

		Simulation In Situ	Serious Game
		Moyenne $\pm \sigma$	Moyenne $\pm \sigma$
Leadership Skills	C	6 \pm 1,3	3,7 \pm 0,5
	I	5,9 \pm 0,8	5,5 \pm 0,9
Problem Solving Skills	C	5,3 \pm 1	4,3 \pm 1,2
	I	5,9 \pm 0,8	5,6 \pm 0,7
Situational Awareness Skills	C	5,7 \pm 1	3,5 \pm 0,8
	I	5,9 \pm 0,8	5,9 \pm 1
Resource Utilization Skills	C	5,8 \pm 1,2	4 \pm 1,3
	I	5,9 \pm 1,1	5,8 \pm 0,9
Communication Skills	C	5,8 \pm 1	5 \pm 0,9
	I	5,9 \pm 0,8	5,6 \pm 1,1

C : Groupe Contrôle ; I : Groupe Interventionnel

Tableau 3. Résultats de l'évaluation des groupes Contrôle et Interventionnel aux critères de jugement secondaires (Sous catégories de l'OGRS) sur chaque méthode de simulation

Sur l'évaluation en Simulation In Situ, le GI obtient 5,9 de moyenne à chaque compétence non technique spécifique et le GC obtient des moyennes allant de 5,3 pour le critère « Problem Solving Skills » à 6 pour le critère « Leadership Skills ».

Sur l'évaluation en Serious Game, le GI obtient des moyennes allant de 5,5 pour le critère « Leadership Skills » à 5,9 pour « Situational Awareness Skills » et le GC des moyennes allant de 3,5 pour cette dernière compétence à 5 en « Communication Skills ».

Notons que pour la compétence « Leadership Skills », le GC obtient 6 de moyenne en simulation In Situ et 3,7 en Serious Game alors que le GI obtient respectivement 5,9 et 5,5.

C.2. Satisfaction des participants au debriefing

La satisfaction des étudiants au debriefing de la simulation qui leur a été attribuée, évaluée sur les 6 éléments de la grille DASH (sur 7 points), est présentée sur le tableau 4.

L'élément 1 concerne le briefing, avec l'instauration par le formateur d'un climat favorable à l'apprentissage. Les éléments 2 à 6 concernent le débriefing par le formateur: le maintien d'un climat favorable à l'apprentissage (élément 2), un debriefing conduit de manière structurée (élément 3), le développement d'une pratique réflexive afin d'analyser ses performances (élément 4), l'identification des points forts et de ceux à améliorer, ainsi que les causes (élément 5), et l'aide à l'amélioration ou un maintien d'un bon niveau de performance (élément 6).

	Simulation In Situ	Serious Game
	Moyenne \pm σ	Moyenne \pm σ
Elément 1	4 \pm 1,4	5,1 \pm 0,8
Elément 2	4,7 \pm 1,2	5,5 \pm 0,8
Elément 3	4,9 \pm 1,6	4,6 \pm 1,1
Elément 4	4,6 \pm 1,2	4,6 \pm 1,1
Elément 5	4,2 \pm 1,2	3,8 \pm 2
Elément 6	5,3 \pm 1,1	4,2 \pm 1,7

Tableau 4. Résultats de l'évaluation des éléments du questionnaire de satisfaction DASH sur chaque méthode de simulation

Les deux premiers éléments qui concernent le climat d'apprentissage sont respectivement notés à 5,1 et 5,5 de moyenne pour le debriefing du Serious Game, et à 4 et 4,7 de moyenne pour celui de l'exercice NOVI. L'élément 3 (conduite d'un debriefing structuré) obtient une moyenne de 4,6 pour le debriefing du Serious Game et 4,9 pour celui du NOVI. L'élément 4 (pratique réflexive instaurée pour une analyse de sa performance) est noté à 4,6 de moyenne sur les deux debriefings. Les éléments 5 et 6 (identification des points à améliorer et aide dans ce but) sont notés en moyenne respectivement à 4,2 et 5,3 sur le debriefing de l'exercice Serious Game et à 3,8 et 4,2 sur celui de l'exercice NOVI.

Comme expliqué précédemment ces résultats ne peuvent pas être comparés en temps que tel, ni analysés, d'autant que 4 questionnaires dans le GI et 3 dans le GC n'étaient pas entièrement remplis sur les éléments 4, 5 et 6.

C.3. Coûts financiers

Le coût financier pour chaque méthode de simulation ne peut être qu'estimé approximativement et globalement. En effet un grand nombre de paramètres n'est pas quantifiable de façon précise en terme monétaire ce qui rend cette analyse complexe et la comparaison difficilement interprétable.

Nous présentons donc une estimation globale des coûts nécessaires par étudiant sur chaque méthode de simulation (Annexe 11).

Pour la simulation en Serious Game les paramètres suivants sont pris en compte : le matériel (coûts d'abonnement à l'interface pour l'année de formation, de développement de l'environnement, et de location d'une salle informatique), la préparation de l'exercice (coûts des heures de travail fournies par les formateurs et techniciens) et l'encadrement de l'exercice en lui-même par les médecins formateurs (également en coût horaire).

Le coût approximatif est alors d'environ 6412 euros pour un exercice, soit pour une promotion de Capacité de Médecine de Catastrophe pouvant accueillir 20 médecins étudiants, un coût estimé à 320 euros par étudiant.

Pour l'exercice NOVI, l'estimation du coût réel est encore plus complexe puisque les coûts d'utilisation du matériel sont difficilement quantifiables. Nous prenons en compte les paramètres suivants : la préparation de l'exercice (coûts des heures de travail fournies par les formateurs), l'encadrement de la simulation par les médecins formateurs également en heures de travail, et l'estimation financière de la préparation et de la participation par le SDIS. De nombreux intervenants à cet exercice préfectoral et le matériel ne sont pas pris en compte dans ce calcul.

Le coût estimé avec les paramètres que nous avons analysés est de 17 195 euros, soit 860 euros par étudiant.

Bien que nous ne puissions pas faire de comparaison analytique, les chiffres trouvés pour l'exercice In Situ NOVI sont cependant presque 3 fois ceux calculés pour une simulation en Serious Game.

DISCUSSION

A. Principaux résultats

A.1. Objectif primaire

L'analyse descriptive des principaux résultats préliminaires montre une tendance à un meilleur résultat moyen au critère de jugement principal (la performance globale en CNT sur l'OGRS) pour le groupe interventionnel lors de l'évaluation en Serious Game, et que cette tendance de différence semble disparaître entre les deux groupes lors de l'évaluation In Situ de référence.

Nous avons vu que la comparaison entre ces deux méthodes de simulation en tant qu'outil pédagogique a été plusieurs fois analysée dans la littérature, et montrait leur équivalence dans l'acquisition des compétences techniques (32–34), mais pas dans les CNT.

Plus récemment certains auteurs s'intéressent à cette problématique, à savoir le manque de données sur l'apprentissage des CNT par simulation.

Clarke et al. en 2014 montraient qu'avec la répétition d'exercices mettant en scène une situation difficile source de stress en simulation haute fidélité, les scores de chaque domaine de l'OGRS progressaient chez les médecins urgentistes, du moins sur la première année. Mais les scénarios étudiaient la gestion d'un unique patient en détresse vitale (39). Avec la même typologie de mise en scène (situation critique d'un patient unique en simulation haute fidélité) et d'évaluation (OGRS), Parsons et al. en 2017 cherchaient un schéma d'enseignement des NTS pour les internes : une phase de conférence introductive, suivie de 6 cas scénarisés en simulation. Bien que les données ne soient pas significatives au vu du faible échantillonnage, leurs résultats étaient encourageants en montrant une tendance à l'amélioration des scores sur l'OGRS entre le début (pré test) et la fin de la formation (post test) (40).

Ces deux études, avec respectivement 45 et 14 sujets inclus, s'intéressaient bien à l'enseignement des CNT en simulation mais abordaient la gestion d'un seul patient et utilisaient la simulation haute fidélité de référence à la place de la simulation virtuelle.

L'étude 3D CATA en comparant les deux méthodes de simulation dans l'acquisition des CNT en SSE entre dans le cadre des premières expérimentations dans ce domaine.

Bien qu'une analyse statistique de comparaison n'ait pas été réalisable sur le faible échantillonnage de participants, les résultats paraissent prometteurs. L'acquisition des compétences non techniques en SSE semble être au moins équivalente que l'exercice d'entraînement soit fait en simulation Serious Game ou en simulation In Situ.

A.2. Objectifs secondaires

A.2.1 Compétences non techniques

Le constat sur les critères de jugement secondaires, à savoir chaque compétence non technique spécifique évaluée par l'OGRS, est le même : des moyennes qui paraissent plus élevées pour le GI sur l'évaluation en Serious Game, et proches entre les deux groupes pour l'évaluation In Situ.

De la même façon que pour l'Overall Performance (Performance Globale dans les CNT), l'absence d'analyse significative ne permet pas de conclure sur ces résultats. Mais il semble que les « Leadership Skills », « Problem Solving Skills », « Situational Awareness Skills », « Resource Utilization Skills », et « Communication Skills » soient appris au moins aussi bien en simulation par Serious Game qu'en simulation In Situ.

Les résultats ne paraissent pas montrer de moyenne franchement différente d'un critère à un autre, conduisant à penser que les acquisitions de toutes ces compétences semblent être liées et intriquées entre elles quelque soit la méthode utilisée. Ce constat était fait lors de l'étude menée par Parson et al. en 2017 décrite ci-dessus, qui constatait que tous les scores obtenus sur chaque compétence augmentaient de façon progressive et homogène au fur et à mesure des scénarios d'entraînement.

A.2.2 Satisfaction des participants au debriefing

L'évaluation de la satisfaction des participants au debriefing de chacune des simulations retrouvait des résultats qui paraissent homogènes, avec des moyennes comprises entre 4 et 5,5 sur 7 points sur les 6 éléments de la grille DASH, soit un peu plus que la moyenne.

Il semble que les étudiants étaient globalement satisfaits du debriefing de la simulation virtuelle. Bien que l'évaluation de la simulation ait été faite sur le moment du debriefing, ces résultats paraissent concorder avec ceux que Koenig et al. rapportaient en 2010, ainsi que Franc et al. en 2012, à savoir que les étudiants étaient en majorité satisfaits de ces nouveaux outils pédagogiques de simulation (26) (27).

Cependant l'évaluation de la simulation en Serious Game sur ce critère ne correspond qu'un à un faible niveau de preuve, le niveau le preuve 1 selon la classification de Kirkpatrick pour la simulation en santé (41).

A.2.3 Coûts financiers

L'analyse des coûts estimés pour les deux types de simulations retrouvaient des chiffres bien supérieurs pour celle In Situ. Nous avons estimé le coût approximatif par étudiant pour la simulation Serious Game à 320 euros et à 860 euros pour celle In Situ.

Ces résultats, estimés de façon globale et ne pouvant pas prendre en compte de façon exacte tous les moyens financiers nécessaires, ne sont pas analysables en tant que tel.

Cependant ils viennent renforcer la notion que la simulation virtuelle semble être moins onéreuse, moins complexe à mettre en place qu'une simulation In Situ (l'exercice NOVI utilisé dans notre étude) comme le discutaient déjà Hansoti et al. en 2016 (29).

B. Limites

B.1. Participants

Une des premières limites de l'étude 3D CATA est son nombre de participants. L'organisation ne nous permettait de ne réaliser qu'une étude monocentrique et donc de n'inclure que les étudiants d'une seule et même promotion en Capacité de Médecine de Catastrophe par an. Le nombre initialement inclus sur l'année a également été réduit en raison de 3 participants exclus dans le groupe contrôle après randomisation : 2 n'ayant pas pu terminer les évaluations de l'année de formation, et 1 par refus de participer aux exercices Serious Game. Après exclusion de ces sujets, les deux groupes étaient déséquilibrés sur leur pourcentage d'effectifs. De ce fait le nombre de sujets était à ce stade insuffisant pour réaliser des comparaisons analytiques et pour tirer des conclusions sur nos résultats.

Le choix de réaliser une étude interventionnelle sur des médecins en formation permettait d'intervenir dans un processus d'apprentissage, mais sélectionnait des sujets avec une moyenne d'âge relativement jeune et quelques années d'expérience. Notre population, bien que relativement homogène entre les deux groupes randomisés, ne représentait pas l'ensemble des médecins susceptibles de participer à des entraînements réguliers de gestion de SSE.

B.2. L'évaluation

Notre critère de jugement principal, la performance globale en CNT, était évaluée par la moyenne obtenue sur le premier item « Overall Performance » de l'outil OGRS. Mais cette échelle est à ce jour validée pour l'évaluation des simulations haute fidélité en situation critique (37), réalisées dans un cadre reproduisant l'environnement physique de soins dédiés, avec un mannequin le plus souvent grandeur nature équipé d'un moniteur (commandé par ordinateur) simulant les fonctions vitales (41) .

Il n'est cependant pas encore validé dans l'évaluation des simulations de Situation Sanitaires Exceptionnelles mettant en scène plusieurs victimes, ni dans l'évaluation de la simulation numérique en Serious Game.

Les évaluateurs n'ayant pas l'expérience de l'application de cet outil dans ces circonstances, son utilisation représente donc potentiellement un biais d'évaluation sur l'étude 3D CATA.

C. Ouverture

Les simulations In Situ telles que nous les avons décrites dans cette étude (exercice NOVI) sont irremplaçables. En effet, au-delà de la formation médicale, ce sont tous les acteurs de secours préhospitalier qui s'exercent à la survenue d'une SSE : cohésion entre équipes sur le terrain, communication, contact avec le matériel, moyens de protection, réalisme de l'envergure... Autant de paramètres difficiles à mettre en place en réalité virtuelle. De plus, Ferrandini Prive et al. dans leur étude de 2018, montraient que les simulations In Situ génèrent plus de stress que les simulations virtuelles, ce qui les rend non substituables dans un souci de réalisme en gestion de SSE (34).

Le projet 3D CATA n'est à ce jour pas terminé, et sera poursuivi de façon à compter assez de participants pour en extraire des résultats statistiquement comparables, et nous l'espérons, montrer la non-infériorité de la formation aux CNT en SSE par Serious Game. Auquel cas les entraînements à la gestion de SSE par cette méthode de simulation pourraient se mettre en place de façon plus nombreuse et plus régulière, sans se substituer aux exercices In Situ nécessaires, de façon à promouvoir une formation optimale.

CONCLUSION

L'objectif de l'étude 3D CATA était de montrer que la simulation virtuelle par Serious Game permet une acquisition des compétences non techniques en SSE au même titre que la simulation In Situ, l'outil pédagogique de référence à ce jour.

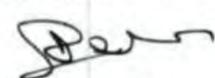
Le projet intervenait sur la formation des médecins étudiants en Capacité de Médecine de Catastrophe, tirés au sort en deux groupes (GI et GC), chacun bénéficiant d'un entraînement à une SSE par l'une ou l'autre méthode de simulation. L'évaluation finale sur ces deux types d'exercices devait permettre de comparer l'acquisition des compétences non techniques par chaque groupe en utilisant la moyenne obtenue à l'Overall Performance de l'OGRS.

Le nombre de 14 sujets inclus dans notre étude ne nous aura pas permis de comparer les résultats de façon significative. En revanche la description des résultats préliminaires permettait tout de même de constater que la moyenne des notes obtenues par le GI semble, selon la méthode d'évaluation, soit égales soit supérieures à celle du GC. La constatation était similaire lors de l'évaluation des autres compétences non techniques spécifiques en critère de jugement secondaire.

L'évaluation par les étudiants du debriefing de chaque type de simulation retrouvait des résultats relativement homogènes. Bien qu'une analyse statistique ne soit également pas faisable sur ce nombre, nous n'avons pas constaté d'écart important entre la moyenne des notes de satisfaction. L'analyse des budgets financiers nécessaires à chaque exercice de simulation, rendus selon une estimation approximative au vu de la complexité des paramètres, faisait cependant l'état de moyens plus conséquents à mettre en place pour la réalisation d'un exercice In Situ grandeur nature.

La conclusion préliminaire de notre étude est alors que la simulation par Serious Game semble être un outil pédagogique au moins aussi performant que la simulation In Situ dans l'apprentissage des compétences non techniques en gestion de SSE, moins coûteux et moins complexe à mettre en place. En l'absence d'analyse statistique et au vu de ces premiers résultats encourageants, nous projetons de poursuivre le projet 3D CATA les prochaines années. Si les résultats s'avéraient correspondre à nos conjectures, des entraînements plus réguliers à la gestion de SSE pourraient alors se mettre en place en utilisant les Serious Game en complément des exercices annuels NOVI indispensables par ailleurs.


Professeur Sandrine CHARPENTIER
Chef de service des Urgences
1, avenue du Pr Jean Poulhès - CHU Toulouse Rangueil
Place du Docteur Baylac - CHU Toulouse Purpan
31059 TOULOUSE Cedex 9 - Tél. 05 61 32 33 54

Vu par le Doyen de la Faculté
Le Doyen de la Faculté
de Médecine Toulouse - Purpan

Didier CARRIÉ

BIBLIOGRAPHIE

1. Ministère des affaires sociales et de la santé, Ministère de l'intérieur. Décret n° 2013-15 du 7 janvier 2013 relatif à la préparation et aux réponses aux situations sanitaires exceptionnelles. JORF n°0007 du 9 janvier 2013. 9 Jan 2013.
2. Ubyrisk Consultants. 2001-2015 : 15 ans de catastrophes naturelles dans le monde [Internet]. CATastrophes NATurelles. 2016 [cité le 30 Août 2020]. Disponible sur: https://www.catnat.net/documents/Bilan_2001-2015_monde.pdf
3. Ubyrisk Consultants. 2001-2015 : 15 ans de catastrophes naturelles en France [Internet]. CATastrophes NATurelles. 2016 [cité le 30 Août 2020]. Disponible sur: https://www.catnat.net/documents/Bilan_2001-2015_France.pdf
4. LaPresse. Liban: deux nouveaux mandats d'arrêt dans l'affaire de l'explosion. Lapresse [Internet]. 21 Août 2020 [cité le 20 Sep 2020]. Disponible sur: <https://www.lapresse.ca/international/moyen-orient/2020-08-21/liban-deux-nouveaux-mandats-d-arret-dans-l-affaire-de-l-explosion.php>
5. Observatoire Régional de la Santé Nord-Pas-de-Calais. Risques, Catastrophes, Crises [Internet]. Sofia Medicalistes. 2010 [cité le 31 Août 2020]. Disponible sur: https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/Risques_catatrophes_crises_observatoire_s_ante_region_nord_.pdf
6. Ministère de la Transition écologique et solidaire. Le classement des incidents et accidents nucléaires [Internet]. L'Environnement en France. [cité le 31 Août 2020]. Disponible sur : <https://ree.developpement-durable.gouv.fr/themes/risques-nuisances-pollutions/risques-technologiques/risque-nucleaire/article/le-classement-des-incident-et-accidents-nucleaires>
7. Miller E, LaFree G, Dugan L. Global Terrorism Database (GTD) [Internet]. START. 2020 [cité le 1 Août 2020]. Disponible sur : <https://www.start.umd.edu/research-projects/global-terrorism-database-gtd>
8. Ministère d'Etat, Ministère de l'intérieur et de l'aménagement du territoire. Décret n°2005-1157 du 13 septembre 2005 relatif au plan ORSEC et pris pour application des articles L741-1 à L741-5 du code de la sécurité intérieure. JORF n°215 du 15 septembre 2005. 15 Sep 2005.
9. Ministère de l'intérieur. Plan NOVI [Internet]. Gouvernement.fr. 2011 [cité le 1 Sep 2020]. Disponible sur : <https://www.gouvernement.fr/risques/plan-novi>
10. Cesareo E, Raux M, Soulat L, Huot-Marchand F, et al. Recommandations de bonne pratique clinique concernant la prise en charge médicale des victimes d'une « tuerie de masse ». Ann Fr Med Urgence. Nov 2018;8(6):401–421.
11. Chauhan R, Conti BM, Keene D. Marauding terrorist attack (MTA): prehospital considerations. Emerg Med J. Juin 2018;35(6):389–395.

12. Noguchi N, Inoue S, Shimano C, Shibayama K, et al. What kinds of skills are necessary for physicians involved in international disaster response? *Prehosp Disaster Med.* Août 2016;31(4):397–406.
13. Gowing JR, Walker KN, Elmer SL, Cummings EA. Disaster Preparedness among Health Professionals and Support Staff: What is Effective? An Integrative Literature Review. *Prehosp Disaster Med.* Juin 2017;32(3):321–328.
14. Flin R, Maran N. Basic concepts for crew resource management and non-technical skills. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* Mar 2015;29(1):27–39.
15. Center for Disaster & Extreme Event Preparedness. Core Competencies [Internet]. Wadem. 2016 [cité le 1 Sep 2020]. Disponible sur : https://wadem.org/wp-content/uploads/2016/03/core_competencies.pdf
16. Parrish AR, Oliver S, Jenkins D, Ruscio B, Green JB, Colenda C. A short medical school course on responding to bioterrorism and other disasters. *Acad Med.* Sep 2005;80(9):820–823.
17. Barelli A, Naso C. Advanced simulation in disaster preparedness and relief: the gold standard for soft skills training. *Prehosp Disaster med.* Avr 2017;32(S1):S226.
18. Ribordy V, Savary B, Reigner P, Fishman D, Yersin B. Formation médicale à la médecine de catastrophe. *Rev Med Suisse.* 2002;2(2401).
19. Julien H. Organisation actuelle de la médecine de catastrophe. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine.* Déc 2013;197(9):1727–1739.
20. Pasquier P, Gaudry S, Tesniere A, Mignon A. Jeux Sérieux et Avatars. *Bull Acad Natle Méd.* 20 Oct 2015;7(199):1153–1164.
21. Wang R, DeMaria S, Goldberg A, Katz D. A systematic review of serious games in training health care professionals. *Simul Healthc.* Fév 2016;11(1):41–51.
22. Franc-Law JM, Bullard M, Corte FD. Simulation of a hospital disaster plan: A virtual, live exercise. *Prehosp Disaster med.* Août 2008;23(04):346–353.
23. Moussaïd M, Kapadia M, Thrash T, Sumner RW, et al. Crowd behaviour during high-stress evacuations in an immersive virtual environment. *J R Soc Interface.* 2016;13(122).
24. Debacker M, Van Utterbeeck F, Ullrich C, Dhondt E, Hubloue I. SIMEDIS: a Discrete-Event Simulation Model for Testing Responses to Mass Casualty Incidents. *J Med Syst.* Déc 2016;40(12):273.
25. Cohen D, Sevdalis N, Taylor D, Kerr K, et al. Emergency preparedness in the 21st century: training and preparation modules in virtual environments. *Resuscitation.* Jan 2013;84(1):78–84.
26. Koenig KL. Training healthcare personnel for mass casualty incidents in a virtual emergency department: VED II. *Prehosp Disaster med.* Oct 2010;25(05):433–434.

27. Franc JM, Nichols D, Dong SL. Increasing emergency medicine residents' confidence in disaster management: use of an emergency department simulator and an expedited curriculum. *Prehosp Disaster Med.* Fév 2012;27(1):31–35.
28. Sarin RR, Cattamanchi S, Alqahtani A, Aljohani M, Keim M, Ciottone GR. Disaster education: A survey study to analyze disaster medicine training in emergency medicine residency programs in the united states. *Prehosp Disaster Med.* Août 2017;32(4):368–373.
29. Hansoti B, Kellogg DS, Aberle SJ, Broccoli MC, et al. Preparing emergency physicians for acute disaster response: A review of current training opportunities in the US. *Prehosp Disaster Med.* Déc 2016;31(6):643–647.
30. Livingston LL, West CA, Livingston JL, Landry KA, Watzak BC, Graham LL. Simulated disaster day: benefit from lessons learned through years of transformation from silos to interprofessional education. *Simul Healthc.* Août 2016;11(4):293–298.
31. Summerhill EM, Mathew MC, Stipho S, Artenstein AW, et al. A simulation-based biodefense and disaster preparedness curriculum for internal medicine residents. *Med Teach.* 2008;30(6):e145–51.
32. Knight JF, Carley S, Tregunna B, Jarvis S, et al. Serious gaming technology in major incident triage training: a pragmatic controlled trial. *Resuscitation.* Sep 2010;81(9):1175–1179.
33. Luigi Ingrassia P, Ragazzoni L, Carenzo L, Colombo D, Ripoll Gallardo A, Della Corte F. Virtual reality and live simulation: a comparison between two simulation tools for assessing mass casualty triage skills. *Eur J Emerg Med.* Avr 2015;22(2):121–127.
34. Ferrandini Price M, Escribano Tortosa D, Nieto Fernandez-Pacheco A, Perez Alonso N, et al. Comparative study of a simulated incident with multiple victims and immersive virtual reality. *Nurse Educ Today.* Déc 2018;71:48–53.
35. Wiecha J, Heyden R, Sternthal E, Merialdi M. Learning in a virtual world: experience with using second life for medical education. *J Med Internet Res.* 23 Jan 2010;12(1):e1.
36. 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.* Août 2006;34(8):2167–2174.
37. Kim J, Neilipovitz D, Cardinal P, Chiu M. A comparison of global rating scale and checklist scores in the validation of an evaluation tool to assess performance in the resuscitation of critically ill patients during simulated emergencies (abbreviated as “CRM simulator study IB”). *Simul Healthc.* 2009;4(1):6–16.

38. The Center for Medical Simulation. Debriefing Assessment For Simulation In Healthcare (DASH) Rater's Handbook. 2010 [cité le 10 Sep 2020]; Disponible sur: <https://harvardmedsim.org/wp-content/uploads/2017/01/DASH.handbook.2010.Final.Rev.2.pdf>
39. Clarke S, Horeczko T, Carlisle M, Barton JD, et al. Emergency medicine resident crisis resource management ability: a simulation-based longitudinal study. *Med Educ Online*. 9 Déc 2014;19:25771.
40. Parsons JR, Crichlow A, Ponnuru S, Shewokis PA, Goswami V, Griswold S. Filling the Gap: Simulation-based Crisis Resource Management Training for Emergency Medicine Residents. *West J Emerg Med*. Jan 2018;19(1):205–210.
41. L'Her E, Geeraerts T, Desclefs JP, Benhamou D, et al. Intérêts de l'apprentissage par simulation en soins critiques; Recommandations communes SRLF – SFAR – SFMU – SOFRASIMS. *SFAR*. 20 Mai 2019.

ANNEXES

ANNEXE 1. Catégories de triage pour la priorisation des évacuations hospitalières (Recommandations de bonne pratique clinique concernant la prise en charge médicale des victimes d'une « tuerie de masse ». Annales Françaises de médecine d'urgence, 2018)

Catégorisation	Triage médical tuerie de masse	Priorité à l'évacuation*	Zone d'évacuation	Définition
Blessé physique	(EU)	Au plus tôt	Idéalement au PRV sinon au PMA	Pronostic vital engagé en l'absence de prise en charge réanimatoire ou chirurgicale immédiate
(UA)	Urgence grave (U1)	Après évacuation ou dans le même temps que les EU	PMA	Pronostic vital engagé en l'absence de prise en charge réanimatoire ou chirurgicale rapide
	<i>Urgence en attente (expectant)</i>	<i>Après triage et évacuation des autres UA</i>	PMA	<i>Victime qui présente au moment du triage médical des lésions incompatibles avec la vie</i>
Blessé physique (UR)	Urgence différée (U2-U3)	Après évacuation des UA ou lors de l'optimisation des moyens d'évacuation des UA	PMA	Pronostic vital non engagé au décours de la prise en charge des UA
Impliqué dont blessé psychologique	Impliqué et (UMP)	Evaluation au CAI associations & libéraux CUMP	CAI	Victime valide et indemne de toute lésion physique évidente lors du triage initial

*La cinétique d'une tuerie de masse en milieu civil en France répond à une priorité d'accès aux plateaux techniques spécifiques (réanimation et blocs opératoires).

UA urgence absolue ; UR urgence relative ; EU : extrême urgence ; UMP : urgence médico-psychologique ; PRV point de regroupement des victimes ; PMA poste médical avancé ; CUMP : Cellule d'urgence médical et psychologique

ANNEXE 2. Programme des 4 séminaires de la Capacité de Médecine de Catastrophe (pour l'année 2019-2020)



Université Paul Sabatier - Facultés de Médecine de Toulouse
Enseignement Universitaire



Capacité Médecine de Catastrophe

1er séminaire

04/12/2019		
8h30 - 9h	Présentation générale	Pr Bounes, Dr Ribera, Dr Chanut
9h-9h45	Histoire de la médecine de catastrophe	Pr Virenque
10h-12h	Principes de la médecine de catastrophe et définition	Dr Julien
14-16h	ORSEC et ex: catastrophe naturelle	Dr Dulion
16h-17h	PMA et chaîne de secours	Dr MENGELLE
05/12/2019		
9h 12h	Triage	Dr DURRIEU et SSA
13h30-14H15	DSM	Dr RIBERA
14h15-15h15	PSM	F Metz
15H30-17h	Cellules de Crise	Dr Chevrin
06/12/2019		
8h30-9h30	CUMP	
9h30-12h15	Moyens d'information	Blanco, Zanesse
14H-17H	EXERCICE	Dr VIDAL, Groupe CATA



Université Paul Sabatier - Facultés de Médecine de Toulouse
Enseignement Universitaire



Capacité Médecine de Catastrophe

2e séminaire

15/01/2020		
8h30-10h30	Damage control	Dr Perrin (réa URM)
10h30-11h30	Crush Syndrome	Dr Chanut
11h30-12h30	accidents radionucléaires	
REPAS		
14h 16h	Intox et antidote	Pr Lapostolle (SAMU93)
16-17h30	RAID	D ORTS
16/01/2020		
8h30-10h00	Plan Blanc et SSE	Dr Raynaud
PAUSE		
10h15-11h15	Medecine légale et identito vigilance	
11h15-12h15	analgesie sedation	Pr BOUNES
REPAS		
14h-16h	Retex attentat de Paris DSM/COS	Pr Tourtier
16h-17h	Médecin de l'avant	Dr STzulman
17/01/2020		
9h12h	Risque chimique	Dr Raynaud
REPAS		
14H-17H	Second life	Dr HOUZE CERFON, Dr GOUT

3ème séminaire 2019-2020: 24-25-26-27 mars 2020

24/03/2020	
8h-17h	EXERCICE NOVI
25/03/2020	
8h30-17h30	Journées militaires (cf programme ci-joint)
26/03/2020	
8h30-16h40	Journées militaires (cf programme ci-joint)
27/03/2020	
8h30-9h30	Simulation à l'armée <i>Dr S. Ramade (médecin chef CESIMO Paris)</i>
10h00-11h30	Risques nucléaires et biologiques <i>Dr Raynaud-Lambinet (PH-CHU Rangueil)</i>
11h30-12h30	Centre de Consultations Médicales Maritimes <i>Dr G. Jaudet (PH SAMU 31)</i>
14h-15h	RETEX NOVI <i>Dr A. RIBERA CANO (PH SAMU 31)-équipe cata (SAMU 31)</i>
15h-17h	Simulation 2nd life <i>Dr CH. Houze Cerfon (PH SAMU 31)</i>

4ème séminaire 2019-2020: 2-3-4-5 juin 2020

02/06/2020	
8h30-12h30	Montage de la chaîne de décontamination <i>référénts NRBC</i>
Pause	
13h30-17h00	Exercices NRBC habillage/déshabillage <i>référénts NRBC</i>
15h00-16h30	Risque infectieux et SSE <i>Pr M. BLONDEL (SMIT)</i>
03/06/2020	
8h30-12h30	Démontage et présentation de la tenue EODE <i>Service déminage Sécurité Civile de Toulouse</i>
Déjeuner	
14h00-15h00	Directeur des Opérations de Secours <i>Mr TSCHIGGFREY (sous préfet Hte Garonne, directeur de cabinet du préfet)</i>
15h00-16h00	Secours Montagne <i>Dr CLOUZEAU (PH SAMU 31)</i>
Pause	
16h15-17h00	DPS et grand rassemblement
17h00-18h00	Particularités pédiatriques <i>Dr A. RIBERA CANO (PH SAMU 31)</i>
04/06/2020	
8h30-12h00	journée Golfch cours <i>Déjeuner</i>
14h00-16h00	journée Golfch visite
05/06/2020	
8h30-10h30	examen final écrit
10h45-12h00	Présentation des mémoires <i>Dr F.MENGELLE - Dr A. RIBERA CANO</i>
Déjeuner	
14h00-17h30	Evaluation pratique et second life <i>Dr CH HOUZE-CERFON (PH SAMU 31)</i>

ANNEXE 3. Illustrations de l'environnement sur la plateforme Second Life



SAMU et Caserne



Salle de Spectacle avec Victimes

ANNEXE 4. Illustration et exemples de la modélisation des victimes



Victime A : (UR, Brûlures)

- A distance : Jeune homme, allongé
- 1° contact : J'ai trop mal aux jambes
- Examen : Conscient, brûlures 1° et 2° degré sur les membres inférieurs, sans atteinte des cuisses ni du périnée ; pas d'autres lésions

Victime B : (UR, Fracture fermée)

- A distance : Dame âgée, assise
- 1° contact : Se tient le bras, « Je suis tombée »
- Examen : Consciente, déformation de l'avant-bras gauche, sans déficit distal, pas de plaie ni sur membre sup ni ailleurs, pas d'autres plaintes ni traumatismes.

Victime C : (EU, Trauma abdo)

- A distance : Femme, 40 ans, allongée, saignement
- 1° contact : Ne vous répond pas, somnolente
- Examen : Plaie pénétrante abdomen hypochondre droit, dyspnéique, pouls non prenable en radial
- Constantes : TA 7/5, FC 140, sat 95%

Victime D : (DCD)

- A distance : Homme âgé, allongé
- 1° contact : Pas de réponse ni réaction
- Examen : Plusieurs plaies pénétrantes au niveau thoracique droit, ne respire pas, pas de pouls carotidien

Victime E : (*UA, Fracture ouverte*)

- A distance : Homme 50 ans, allongé
- 1° contact : Ma jambe, j'ai mal, je saigne
- Examen : Déformation fémur gauche, avec plaie en regard, pas de déficit vasculo-nerveux distal, pas d'autres lésions
- Constantes : FC 120, TA 9/6, sat 98%, FR 16

Victime F : (*Impliqué*)

- A distance : Adolescente, se relève
- 1° contact : Je me suis couchée pour me protéger
- Examen : Pas de plaintes douloureuses, pas de traumatisme visible, glasgow 15 eupnéique, n'a pas été touchée

Victime G : (*EU, Plaie par balle abdomen*)

- A distance : Adolescent, allongé, saigne
- 1° contact : Réveillable, « j'ai pris des tirs »
- Examen : Plusieurs plaie par balle à l'abdomen, qui saignent, pâle, polypnéique
- Constantes : TA 8/5, FC 125, sat 94 %, FR 27

Victime H : (*DCD*)

- A distance : Femme 70 ans, à plat ventre
- 1° contact : Pas de réponse verbale
- Examen : Impact de tirs au niveau occipital, inconsciente, ne respire pas, pas de pouls

Victime I : (*UA, Fracas bassin*)

- A distance : Homme 30 ans, s'extrait de décombres
- 1° contact : J'ai mal ventre, je peux plus bouger
- Examen : Bassin mobile, pas de saignement extériorisé, bouge les jambes à la demande, conscient orienté, eupnéique, pas d'autres traumatisme visible
- Constantes : TA 7/5, FC 133, sat 98%, FR 20

Victime J : (*Impliqué*)

- A distance : Homme 60 ans, assis à côté décombres
- 1° contact : Je n'ai rien reçu sur moi
- Examen : Pas de trace de traumatisme visible, choqué, pas de critère de gravité clinique, eupnéique, glasgow 15

Victime K : (*UR, Luxation épaule*)

- A distance : Femme 30 ans se tient le bras
- 1° contact : J'ai très mal à l'épaule je suis tombée
- Examen : Attitude traumatisé membre supérieur, probable luxation épaule à la palpation, pas de déficit distal, serre la main, pas de plaie, membre bien coloré ; Plusieurs dermabrasions et plaie non suturables sur les membres supérieurs ; Eupénique

Victime L : (*UA, Amputation bras*)

- A distance : Homme âgé, hurle
- 1° contact : Mon bras !!
- Examen : Amputation quasi complète membre supérieur droit au dessus du coude, saignement actif ++ ; autres plaies sur le tronc d'allure profondes avec saignement actif ; pâle, marbré
- Constantes : TA 8/5, FC 124, sat 94%, FR 25

Victime M : (*UR, TC non grave*)

- A distance : Jeune homme, se tient la tête
- 1° contact : J'ai reçu quelque chose, j'ai mal mais ça va
- Examen : Impact crânien léger au niveau frontal, sans saignement, conscient et orienté glasgow 15, pas de déficit des 4 membres
- Constantes : TA 13/7, FC 80, FR 17, sat 98%

Victime N : (*UR, Plaie couteau bras*)

- A distance : Femme 50 ans, calme
- 1° contact : J'ai reçu un coup au bras
- Examen : Plaie par arme blanche au niveau de l'avant bras gauche, sans saignement actif, plaie transfixiante, pas de déficit vasculo nerveux distal ; n'a pas reçu d'autres impacts, pas d'autre traumatisme
- Constantes : 14/7, FC 95, sat 9%

Victime O : (*DCD*)

- A distance : Jeune enfant, écrasé
- 1° contact : Pas de réponse, ne bouge pas
- Examen : Ecrasement par décombre lourd, ne vous répond pas, gaspe, pouls filant, mydriase bilatérale aréactive, impact crânien majeur
- Constantes : pas de TA

Victime P : (*EU, pneumothorax compressif*)

- A distance : Enfant 10 ans, assis
- 1° contact : Très dyspnéique, ne n'arrive pas à parler
- Examen : Plaie pénétrante hemithorax droit, hemithorax immobile, polypnée superficielle, pas de murmure à l'auscultation, cyanose des extrémités, sueurs, pas d'autres traumatisme par ailleurs
- Constantes : FR 40, sat 80%, TA 9/6, FC 120

Victime Q : (*Impliqué*)

- A distance : Femme âgée, se lève
- 1° contact : Mais qu'est -ce qu'il se passe ?
- Examen : Sort de chez elle a entendu beaucoup de vacarme, vous pose plein de questions, choquée, a vu des morts ; pas de traumatisme

BRIEFING

- Présentation des objectifs pédagogiques médicaux :

- . Mettre en place une chaîne de secours avec ses rôles décisionnels
- . Passer un bilan au fil de la chaîne de secours
- . Prendre des décisions fermes et rapides, en restant calme et maître de la situation
- . Evaluer rapidement l'ABC, utiliser une approche de gestion globale, considérer les solutions alternatives
- . Réévaluer constamment la situation, éviter les erreurs de fixation et anticiper les événements
- . Utiliser avec un maximum d'efficacité les ressources disponibles, établir les priorités et savoir demander de l'aide précocement
- . Communiquer de façon claire et concise, dialoguer avec le personnel, employer la communication verbale et non verbale

- Mise en place du scénario, par convention pour l'exercice :

Environnement et matériel

Vous êtes dans une ville de population moyenne, environ 300 000 habitants (type Foix).

Vous travaillez dans un centre hospitalier de périphérie, trauma center niveau 2.

Sur le logiciel, les différents lieux sont proches, faites comme si un bon éloignement existait, nous vous donnerons les distances dès que nécessaire.

Le bâtiment des urgences est à une distance de 10 km, non représenté.

Le SAMU est positionné tel quel. Sont disponibles 3 VL équipées ainsi qu'une autre voiture non équipée. Il n'y a pas d'hélicoptère dans votre hôpital, si besoin vous devez faire appel au CHU.

La caserne des pompiers est environ à 4km derrière le bâtiment du SAMU, vous disposez de 3 VSAV.

Les véhicules peuvent être conduits pour se déplacer ; si vous n'y arrivez pas, rendez-vous sur les lieux à pied, le gestionnaire de l'environnement les déplacera à l'endroit voulu.

Vous disposez si nécessaire de renforts SMUR d'autres hôpitaux périphériques et CHU.

Le plus proche CHU est à 60 km.

Participants

Concernant les facilitateurs :

- Johann OLIVIER sera par convention le COS et le DSI, ainsi que la personne correspondant à n'importe quel interlocuteur n'étant pas représenté dans l'exercice (intra ou extra hospitalier).
- Marion SITNIKOW sera par convention le COPG.
- Laurent GOUT supervise l'environnement de l'exercice. Vous ne pouvez pas faire appel à lui.
- Anna RIBERA CANO interviendra en tant qu'expert en médecine de catastrophe.
- Guillaume JAUDET interviendra en tant qu'animateur et facilitateur.

Concernant les participants :

3 équipes SMUR sont au complet (Equipe 1 : Médecin 1+ IDE 1+Ambulancier 1 / Equipe 2 : Médecin 2+IDE 2+Ambulancier 2 / Equipe 3 : Médecin 3+IDE 3+Ambulancier 3) ; l'équipe 1 commence le scénario en ayant déjà été dépêchée sur place. Les 2 autres équipes sont dans les locaux du SAMU. Un médecin (Médecin 4) est déjà dédié à la cellule de crise. 4 autres médecins (Médecins 5, 6, 7, 8) sont dans les locaux du SAMU, disponibles pour intervention, mais sans équipe paramédicale.

Les 3 pompiers (Pompiers 1, 2, 3) de l'exercice sont par convention chef d'agrès, et sont seuls par VSAV.

Par convention à la cellule de crise, le premier DSM sur la liste à appeler est le Médecin 2.

Victimes

Chaque victime comporte plusieurs fichiers :

- Le premier lorsque le curseur est positionné sur la victime décrit ce que vous voyez à distance ; les avatars étant les mêmes et non animés.
- Le deuxième rapporte les propos de la victime lorsque vous vous approchez et lui parlez
- La troisième correspond à votre examen clinique
- Un quatrième fichier correspond aux paramètres vitaux si vous demandez qu'ils soient pris. Par convention, 1 minute sera nécessaire pour la prise de ces derniers.

ANNEXE 6. Scénario de la simulation Serious Game pour le groupe interventionnel

Début du scénario :

Une explosion vient d'avoir lieu dans la station de métro. La police trouve un point de transit derrière la préfecture, confirme que la zone est sécurisée, mais pas d'approche dans le métro pour le moment. Une VL (avec **Médecin 1** + **IDE 1**+ **Ambulancier 1**) est partie en reconnaissance sur place pour rejoindre la **police** au point de transit. Le **COS/DSI** arrive également sur place. Un médecin du service (**Médecin 4**) ouvre la cellule de crise au CRRA. Le scénario débute à T+0, quand **l'équipe de reconnaissance** rejoint au point de transit le **COPG** et le **COS/DSI**.

T+0 17h30 : COPG informe médecin sur place à l'avant (pré-DSM) : « En attente de l'équipe de déminage. L'équipe pourra accueillir les fuyards et n'aura accès au métro qu'au bout d'un délai estimé de 5 minutes. Selon bilan police, nombreuses victimes »

T+3 17h33 : COS informe pré-DSM : « Une fusillade vient d'avoir lieu dans la salle de cinéma. D'après témoin appelant, 2 hommes prennent la fuite par le bas de la salle, la police va sur place. Rappellera quand zone sécurisée pour intervention médicale. **COPG** se déplace au cinéma.

T+5 17h35 : COS informe pré-DSM : « Accès au métro possible pour évaluation ; accès par le jardin derrière la préfecture »

T+10 17h40 : COS informe DSM : « Nouvelle fusillade sur la terrasse de café à la plage. D'après témoin appelant, tireurs ne sont plus sur place. La police va sur les lieux, donnera l'alerte quand zone accessible aux secouristes. **COPG** se déplace au café.

T+13 17h43 : COS informe DSM : « Salle de cinéma sécurisée. Ok pour intervention équipe médicale. Selon bilan police, dizaine de victimes. Accès aux lieux par l'arrière de la salle. »

T+20 17h50 : COS informe DSM : « Terrasse sécurisée. Ok pour intervention équipe médicale. Dizaines de victimes visibles dehors. Accès par la route derrière les bâtiments désaffectés. »

T+45 18h15 : Fin du scénario

ANNEXE 7. Scénario de l'évaluation en Serious Game

Début du scénario :

Il est 8 heures du matin, un accident de la voie publique vient d'avoir lieu sur la départementale. Un bus se serait renversé derrière le stadium. Un encombrement de véhicules considérable est en train de se constituer. La sécurisation de la voie publique est en cours. Le COS/DSI trouve un point de transit derrière le stadium, il est accompagné d'un pompier en VSAV. Une VL (avec Médecin 1 + IDE 1) part sur les lieux de l'accident. Un médecin du service (Médecin 4) ouvre la cellule de crise au CRRA.

Le scénario début à T+0, quand l'équipe 1 rejoint le COS/DSI au point de transit.

T+0 14h30 : COS informe Médecin 1 (pre-DSM) : « Voie sécurisée. Quinzaine de victimes dehors qui sont soit sorties seules soit ont été éjectées. Ok pour début intervention médicale. J'envoie du personnel vérifier l'intérieur de bus et préviens si personnel médical nécessaire ».

T+3 14h33 : COS informe Médecin 1 (pre-DSM) : « Aucune victime dans le bus ».

T+7 14h37 : COS informe DSM : « Suraccident malgré précautions en amont. Je me rends sur place et rappelle ».

COS se déplace jusqu'à l'accident devant la plage.

T+10 14h40 : COS informe DSM : « 3 véhicules accidentés. Dizaine de victimes dehors ; En attente d'une nouvelle sécurisation pour intervention, donnera l'alerte. »

T+12 14h42 : COS informe DSM : « Ok pour intervention médicale. Plus personne dans les véhicules. »

T+45 15h15 : Fin du scénario

ANNEXE 8. Scénario de simulation In Situ organisée pour l'ensemble des participants

chronologie indicative	EVENEMENT	Emetteur du message	Recepteur du message	COMMENTAIRES ET ACTIONS ATTENDUES	Biais d'exercice
T-15	Briefing des participants à l'exercice, distribution des rôles et chasubles	Animateur	Tous les participants		
T0	Appel du CTA pour AVP Train vs Bus sur un passage à niveau à 20km de Toulouse. Pas encore de bilan.	Animateur	centre 15	Toutes les équipes sont à la base. Envoi de 2 équipes SMUR.	
				Ouverture cellule de crise	
T+2	Départ des 2 équipes SMUR avec sacs de l'avant	Centre 15	Equipes SMUR	Départ avec VL en chargeant les sacs de l'avant	Les équipes se trouvent dans le garage, trajet 1 à 2 minutes
T+4	Arrivée des 2 équipes sur zone	Cos (animateur)	Medecins des 2 équipes	Bilan de la situation: 1 chantier Bus et 1 chantier Train, nombreuses victimes, plusieurs UA, adultes et enfant	
				Nomination pré DSM	
T+8	Bilan Flash	Pré DSM	Cellule de crise	Bilan Flash: Nombreuses victimes, plusieurs UA. Nécessité de renforts et d'ouvrir un PMA	Appel par TPH (nécessité de prendre le numero de du joueur de la cellule de crise avant)
				Début du tri	Tri sur plastron. Damage control fait avec des gommettes
T+10	Départ du DSM + renforts	Cellule de crise	DSM		Trajet jusqu'au garage 1 minute
T+12	Organisation de l'aval	Cellule de crise	Différents services	bilan des lits disponibles	Liste des places disponibles donnée par l'Animateur au fur et à mesure des appels
	<p><u>Pupran</u>: 2 blocs, 2 déchocage, 2 SAUV. <u>Rangueil</u>: 1 bloc, 1 déchocage, 3 SAUV, 1 brûlé. <u>Cèdres</u>: 1 bloc, 1 déchocage, 1 SAUV. <u>Pasteur</u>: 1 bloc, 1 déchocage. L'Union: 2 déchocage. <u>Croix du sud</u>: 2 déchocages. <u>Occitanie</u>: 1 déchocage. <u>Joseph Ducaing</u>: 1 déchocage. <u>HE</u>: 1 bloc, 2 déchocage</p>				
	Rappel du personnel	Cellule de crise		Rappel personnel	simulation du rappel sur l'ordinateur mais pas d'envoi de sms
T+12	Arrivée du DSM/ARM + renforts sur les lieux	Pré DSM	DSM	Bilan de la situation: 1 chantier Bus et 1 chantier Train, nombreuses victimes, plusieurs UA et EU à évacuer	Plus d'intervention du COS après. Exercice sans les pompiers
T+14	Organisation PMA	DSM	Chef PMA	Nomination Chef PMA	PMA monté avant l'exercice
		PCO	DSM/chef PMA	Distribution des radios	PCO mis en place avant l'exercice
		Chef PMA	Equipe PMA	Distribution des rôles au PMA	Rôles pré définis
T+20	Demande d'un nombre de victimes de la préfecture	Animateur	Cellule de crise	Bilan de la situation	

	Début des évacuations des EU	3 vsav disponibles pour évacuation			Les plastrons EU évacués seront gardés par les observateurs des chantiers
	Début des Norias vers le PMA	1 personne par chantier pour la Noria, évacuation d'1 invalide toutes les 2 minutes sur chaque chantier max. Evacuation des valides à l'appréciation des joeurs			
T +22	Premier patient à l'entrée du PMA				Plastrons Evolutifs, plastrons DCD donnés à l'observateur PMA
T +24	Arrivée du premier patient dans le PMA	Brancardage des patient du tri au PMA par un des observateur du PMA			
t +?	Debut des évacuations	10 ambulances disponibles par heure, 2 navettes disponibles par heure			Disponibilité donnée par Aqimateur sur appel de la cellule de crise
T+30	VIP : préfecture demande a localiser fils du préfet	Animateur	Cellule de crise	Transmission au DSM pour remonter rapide d'information	
T+40	Panne O2 au PMA	Animateur	Chef PMA	Chef PMA appelle le DSM pour demande de mise a disposition d'O2	
T+40	Rappel préfecture pour fils du prefet attendu en réa Pasteur	Animateur	cellule de crise	Appel au DSM pour infos sur fils prefet et prévoir évacuation comme une EU sans passage au PMA	
T + 50	Demande d'un nombre de victimes de la préfecture	Animateur	Cellule de crise	Bilan de la situation	
T +60	Dernière évacuation des invalides du chantier vers PMA				
T+90	Fermeture du chantier	Le DSM doit répartir les joeurs du chantier selon les besoins			
T+120	Cloture de l'exercice				

ANNEXE 9. Ottawa Global Rating Scale

OVERALL PERFORMANCE

1	2	3	4	5	6	7
Novice; all CM skills require significant improvement		Advanced novice; many CM skills require moderate improvement		Competent; most CM skills require minor improvement		Clearly superior; few, if any CM skills that only require minor improvement

I. LEADERSHIP SKILLS

1	2	3	4	5	6	7
Loses calm and control for most of crisis; unable to make firm decisions; cannot maintain global perspective		Loses calm/control frequently during crisis; delays in making firm decisions (or with cueing); rarely maintains global perspective		Stays calm and in control for most of crisis; makes firm decisions with little delay; usually maintains global perspective		Remains calm and in control for entire crisis; makes prompt and firm decisions without delay; always maintains global perspective

II. PROBLEM SOLVING SKILLS

1	2	3	4	5	6	7
Cannot implement ABC's assessment without direct cues; uses sequential management despite cues; fails to consider any alternative in crisis		Incomplete or slow ABC assessment; mostly uses sequential management approach unless cued; gives little consideration to alternatives		Satisfactory ABC assessment; without cues; mostly uses concurrent management approach with only minimal cueing; considers some alternatives in crisis		Thorough yet quick ABC without cues; always uses concurrent management approach; considers most likely alternatives in crisis

III. SITUATIONAL AWARENESS SKILLS

1	2	3	4	5	6	7
Becomes fixated easily despite repeated cues; fails to reassess and re-evaluate situation despite repeated cues; fails to anticipate likely events		Avoids fixation error only with cueing; rarely reassesses and re-evaluates situation without cues; rarely anticipates likely events		Usually avoids fixation error with minimal cueing; reassesses re-evaluates situation frequently with minimal cues; usually anticipates likely events		Avoids any fixation error without cues; constantly reassesses and re-evaluates situation without cues; constantly anticipates likely events

IV. RESOURCE UTILIZATION SKILLS

1	2	3	4	5	6	7
Unable to use resources and staff effectively; does not prioritize tasks or ask for help when required despite cues		Able to use resources with minimal effectiveness; only prioritizes tasks or asks for help when required with cues		Able to use resources with moderate effectiveness; able to prioritize tasks and/or ask for help with minimal cues		Clearly able to use resources to maximal effectiveness; sets clear task priority and asks for help early with no cues

V. COMMUNICATION SKILLS

1	2	3	4	5	6	7
Does not communicate with staff; does not acknowledge staff communication, never uses directed verbal/non-verbal communication		Communicates occasionally with staff, but unclear and vague; occasionally listens to but rarely interacts with staff; rarely uses directed verbal/non-verbal communication		Communicates with staff clearly and concisely most of time; listens to staff feedback; usually uses directed verbal/non-verbal communication		Communicates clearly and concisely at all times, encourages input and listens to staff feedback; consistently uses directed verbal/non-verbal communication

ANNEXE 10. Grille DASH

Évaluation du débriefing pour la simulation en santé (DASH©), version étudiant.

Consignes : Veuillez résumer votre impression de l'introduction et du débriefing de la séance de simulation. Utilisez l'échelle de notation suivante pour évaluer les « comportements » et les 6 « éléments ». Si l'un des critères ne peut être évalué (par exemple, comment le formateur a géré les personnes contrariées ou émotionnellement troublées, si personne ne l'a été), laissez cet item non rempli et ne le laissez pas influencer votre évaluation. Le formateur peut avoir été à la fois performant et moins performant au sein d'un même élément. Faites de votre mieux pour évaluer d'un point de vue global cet élément, guidé par votre observation des comportements qui le composent. L'évaluation globale n'est pas une addition des scores comportementaux mais plutôt le reflet de votre impression générale sur la façon dont le formateur a satisfait cet élément.



Echelle de notation :

Notation	1	2	3	4	5	6	7
Description	Extrêmement inefficace / préjudiciable	Toujours inefficace / mauvais	Souvent inefficace / médiocre	Peu efficace / moyen	Souvent efficace / bon	Toujours efficace / très bon	Extrêmement efficace / exceptionnel

L'élément 1 évalue l'introduction (le briefing) de la séquence de simulation. (Passez cet élément si vous n'avez pas participé à l'introduction). S'il n'y a pas eu d'introduction ou si celle-ci vous a paru insuffisante, vous devez l'évaluer.

Elément 1 Le formateur a établi un climat d'apprentissage favorable	Note élément 1
Comportement	Score comportemental	
A. Le formateur s'est présenté, a décrit l'environnement de la simulation, expliqué ce qui était attendu au cours de la séance, et annoncé les objectifs pédagogiques		
B. Le formateur a expliqué les points forts et les points faibles de la simulation et m'a indiqué ce que je pouvais faire pour tirer le meilleur parti d'une expérience de simulation clinique		
C. Le formateur a précisé les détails logistiques, comme l'emplacement des toilettes, les possibilités de restauration, le déroulement de la journée, ...		
D. Le formateur m'a encouragé(e) à exprimer mes réflexions et mes questions au sujet de la simulation et du débriefing à venir et m'a rassuré(e) sur le fait que je ne serais ni jugé(e) ni humilié(e) dans cet exercice.		

Les éléments 2 à 6 évaluent le débriefing.

Elément 2 Le formateur a maintenu un climat favorable à l'apprentissage	Note élément 2
Comportement	Score comportemental	
A. Le formateur a clarifié les objectifs du débriefing, ce qu'il attendait de moi et précisé son rôle (en tant que formateur) dans le débriefing		
B. Le formateur m'a informé(e) des limites de réalisme des situations simulées et m'a aidé(e) à percevoir en quoi la simulation peut permettre l'apprentissage		
C. J'ai constaté que le formateur a fait preuve de respect vis-à-vis des apprenants		
D. L'accent a été mis sur l'apprentissage et non sur la stigmatisation des personnes qui ont fait des erreurs		
E. Les apprenants ont pu exprimer leurs réflexions et leurs ressentis sans crainte d'être jugés ou humiliés		

Elément 3 Le formateur a conduit le débriefing de manière structurée	Note élément 3
Comportement	Score comportemental	
A. Les échanges ont progressé de façon logique plutôt que de passer d'un point à un autre sans cohérence		
B. Au début du débriefing, j'ai été encouragé(e) à partager mon ressenti sur la situation simulée et j'ai le sentiment d'avoir été entendu(e) par le formateur		
C. Au cours de la séance, l'instructeur m'a aidé(e) à analyser mes actions et les processus de pensée mis en œuvre au cours de l'expérience de simulation		
D. A la fin du débriefing, il y a eu une phase de synthèse au cours de laquelle le formateur nous a aidés à faire des liens entre les différentes notions explorées afin d'améliorer notre pratique clinique		

Elément 4 Le formateur a favorisé le développement d'une pratique réflexive afin de m'amener à analyser ma performance	Note élément 4
Comportement	Score comportemental	
A. Le formateur a utilisé des exemples concrets (pas seulement des commentaires abstraits ou généralistes) pour m'amener à réfléchir sur ma performance		
B. Le propos du formateur était clair ; je n'ai pas eu à deviner ses pensées		
C. Le formateur a écouté et amené les personnes à se sentir entendues, en étant attentif à chacun, en reformulant leur propos, en utilisant un langage non verbal adapté en termes de regard et de posture		
D. Le formateur a utilisé les enregistrements vidéo comme support pour les échanges et l'apprentissage		
E. Si l'un des participants s'est senti contrarié ou troublé lors du débriefing, le formateur a été respectueux et a veillé à l'aider à gérer ses émotions		

Elément 5 Le formateur a identifié mes points forts et mes points à améliorer ainsi que leurs causes	Note élément 5
Comportement	Score comportemental	
A. J'ai reçu des feedbacks constructifs à propos de mes performances ou celles de mon équipe, basés sur son point de vue honnête et précis		
B. Le formateur m'a aidé(e) à explorer mes processus de pensée ou ce que j'ai tenté de mettre en œuvre à des moments clés		

Elément 6 Le formateur m'a aidé(e) à envisager comment améliorer ou maintenir un bon niveau de performance	Note élément 6
Comportement	Score comportemental	
A. Le formateur m'a aidé(e) à apprendre comment améliorer mes points faibles ou comment reproduire une bonne performance		
B. Le formateur était expert dans le domaine et a utilisé ses connaissances pour m'aider à être plus performant(e) dans une situation future		
C. Le formateur s'est assuré que les points importants avaient été abordés		

ANNEXE 11. Calcul de l'estimation des coûts en euros pour chaque exercice de simulation et par étudiant

		Serious Game	NOVI
Matériel (€)	Développement environnement	2760	
	Abonnement plateforme (6 mois)	2160	
	Location salle information / Postes	200	
	Total	5120	NE
Préparation	Nombre heures préparation PH	10	20
	Taux horaire PH (€)	57,56	57,56
	Sous Total Préparation PH (€)	575,6	1151,2
	Nombre heures préparation technicien	5	
	Taux horaire technicien (€)	28,27	
	Sous Total Préparation Technicien (€)	141,35	
	Préparation SDIS (€)		5000
Total (€)	716,95	6151,2	
Formateurs Exercice	Nombre formateurs encadrants	5	15
	Nombre d'heures	2	7
	Taux horaire PH (€)	57,56	57,56
	Sous Total encadrement médical (€)	575,6	6043,8
	Participation SDIS (€)		5000
Total (€)	575,6	11043,8	
Coût total (€)		6412,55	17195
Coût par étudiant (€)	Pour 20 étudiants par promotion	320,6	859,8

**APPRENTISSAGE DES COMPETENCES NECESSAIRES A LA GESTION DE
SITUATION SANITAIRE EXCEPTIONNELLE PAR ENVIRONNEMENT
VIRTUEL : 3DCATA**

RESUME EN FRANÇAIS :

Contexte : L'augmentation des SSE et des victimes en conséquence rendent nécessaire une formation en médecine de catastrophe adaptée et centrée sur les compétences non techniques. L'enseignement actuel ne permet pas une exposition professionnalisante et la réalité virtuelle par les Serious Game semble être un outil pédagogique prometteur. **Objectif** : L'objectif de l'étude 3D CATA est de démontrer que la réalité virtuelle par les Serious Game permet l'acquisition des compétences non techniques en SSE au même titre que la simulation In Situ de référence. **Méthode** : L'étude 3D CATA est une étude pilote prospective, interventionnelle, randomisée et monocentrique. L'intervention consiste à mettre en place un exercice de simulation de SSE en Serious Game pour le groupe interventionnel quand le groupe contrôle suit la formation traditionnelle. Les groupes sont comparés au terme de la formation sur le critère de jugement principal, « l'Overall Performance » de l'OGRS, lors de deux types de simulation. **Résultats** : Après exclusion des sujets n'ayant pas complété le cursus, 14 étudiants sont évalués. Les deux groupes obtiennent 5,5/7 de moyenne à « l'Overall Performance » lors de l'évaluation In Situ, et sur l'évaluation en Serious Game la moyenne est de 6,1 pour le GI contre 3,8 pour le GC. **Discussion** : Bien qu'une analyse statistique de comparaison n'ait pas été réalisable sur le faible échantillonnage de participants, les résultats paraissent prometteurs avec une acquisition des compétences non techniques en SSE qui semble être au moins équivalente que l'exercice d'entraînement soit fait en simulation Serious Game ou en simulation In Situ. **Conclusion** : Le projet 3D CATA n'est à ce jour pas terminé, et sera poursuivi de façon à extraire des résultats statistiquement comparables pour tenter de montrer la non-infériorité de la formation aux CNT en SSE par Serious Game. Auquel cas les entraînements à la gestion de SSE par cette méthode de simulation pourraient se mettre en place de façon plus régulière, sans se substituer aux exercices In Situ nécessaires, pour promouvoir une formation optimale.

TITRE EN ANGLAIS : Learning of skills necessary to management exceptional health situation by virtual environment: 3DCATA

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Médecine spécialisée clinique

MOTS-CLÉS : Exceptional Health Situation, Medical Training, Non Technical Skills, Simulation, Serious Game

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR :
Université Toulouse III-Paul Sabatier
Faculté de médecine Toulouse-Purpan,
37 Allées Jules Guesde 31000 Toulouse

Directeur de thèse : Docteur HOUZE CERFON Charles Henri