



HAL
open science

Évaluation des compétences non-techniques des infirmières de bloc opératoire dans un environnement d'apprentissage virtuel et collaboratif

Marie-Stéphanie Bracq Reminiac-Houssais

► **To cite this version:**

Marie-Stéphanie Bracq Reminiac-Houssais. Évaluation des compétences non-techniques des infirmières de bloc opératoire dans un environnement d'apprentissage virtuel et collaboratif. Psychologie. Université Rennes 2, 2020. Français. NNT : 2020REN20002 . tel-02933512

HAL Id: tel-02933512

<https://theses.hal.science/tel-02933512v1>

Submitted on 8 Sep 2020

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

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



THÈSE / UNIVERSITÉ RENNES 2

Sous le sceau de l'Université Bretagne Loire

Pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ RENNES 2

Mention : Psychologie

École Doctorale - Éducation, Langage, Interactions, Cognition, Clinique

Présentée par

Marie-Stéphanie Bracq

Préparée au LP3C (EA 1285)

Université Rennes 2 – UFR Sciences Humaines

Laboratoire de Psychologie : Cognition, Comportement,
Communication

**Évaluation des
compétences non-techniques des
infirmières de bloc opératoire
dans un environnement
d'apprentissage virtuel et
collaboratif**

Thèse soutenue le 09 juin 2020

Devant le jury composé de :

Jean-Marie Burkhardt

Professeur des Universités, IFSTTAR, Versailles,
Rapporteur

Jean-Claude Granry

Professeur des Universités- Praticien Hospitalier, CHU
d'Angers, *Rapporteur*

Franck Ganier

Professeur des Universités, Université de Brest, *Examineur*

Claudie Gautier

Coordinatrice Générale des Instituts de Formation
Paramédicale du CHU de Rennes, *Examinatrice*

Pierre Jannin

Directeur de Recherche, Université Rennes 1,
Co-directeur de thèse

Estelle Michinov

Professeure des Universités, Université Rennes 2,
Directrice de thèse



UNIVERSITÉ RENNES 2

Unité de Recherche LP3C (EA 1285)
Laboratoire de Psychologie : Cognition, Comportement, Communication
École Doctorale – Éducation, Langage, Interactions, Cognition, Clinique (ED 603)

Sous le sceau de l'Université Bretagne Loire

**ÉVALUATION DES COMPÉTENCES NON-TECHNIQUES
DES INFIRMIÈRES DE BLOC OPÉRATOIRE DANS UN
ENVIRONNEMENT D'APPRENTISSAGE VIRTUEL ET COLLABORATIF**

Thèse de Doctorat

Discipline : Psychologie

Présentée par Marie-Stéphanie BRACQ – REMINIAC-HOUSSAIS

Directrice de thèse : Estelle MICHINOV
Co-directeur de thèse : Pierre JANNIN

Soutenue le 09 juin 2020

Jury :

Jean-Marie BURKHARDT, Professeur des Universités, IFSTTAR, Versailles
(Rapporteur)

Jean-Claude GRANRY, Professeur des Universités- Praticien Hospitalier, CHU
d'Angers (Rapporteur)

Franck GANIER, Professeur des Universités, Université de Brest (Examinateur)

Claudie GAUTIER, Coordinatrice Générale des Instituts de Formation
Paramédicale, CHU de Rennes (Examinatrice)

Pierre JANNIN, Directeur de Recherche, Université Rennes 1 (Co-directeur de
thèse)

Estelle MICHINOV, Professeure des Universités, Université Rennes 2 (Directrice de
thèse)

PRECISIONS

Par souci de clarté, je tiens à informer les lecteur·rices de cette thèse que j'ai choisi de la rédiger en écriture inclusive. Pour ma part, il ne s'agit pas d'opter pour une posture militante de principe, mais de rendre visibles les femmes et les hommes qui exercent dans les différents métiers de la santé.

Comme il n'existe pas de règle définie de manière absolue, j'ai suivi les conventions de l'agence Mots Clés, recommandée par le Secrétariat d'Etat chargé de l'Egalité entre les femmes et les hommes et de la lutte contre les discriminations¹.

Les principes utilisés dans ce travail sont donc les suivants :

- Accorder en genre les noms de fonctions, grades, métiers et titres,
- User du féminin et du masculin par l'énumération par ordre alphabétique, et faire un usage raisonné du point médian au pluriel, en ajoutant un « s » mais pas de point médian supplémentaire,
- Recourir à des termes épicènes le cas échéant.

J'espère que ces précisions en faciliteront la lecture.

¹ <https://www.egalite-femmes-hommes.gouv.fr/initiative/manuel-decriture-inclusive/>

REMERCIEMENTS

A l'heure de clore cette thèse, je tiens à remercier toutes les personnes que j'ai eu l'occasion de rencontrer, et qui, chacun·e à leur façon, m'ont aidée à mener à terme ce travail et ont enrichi ces années de doctorat. J'espère n'en n'oublier aucune !

Mes remerciements vont tout d'abord à Estelle Michinov et Pierre Jannin, directrice et co-directeur de thèse, qui ont eu l'audace de me faire confiance pour ce projet. J'ai toujours pu compter sur leur aide, leur soutien et leurs conseils, et j'ai beaucoup apprécié la simplicité de nos relations. J'espère que nos routes continueront de se croiser.

Je remercie également Jean-Marie Burkhardt, Franck Ganier, Claudie Gautier et Jean-Claude Granry qui me font l'honneur de lire ce travail, de l'enrichir par leurs commentaires et de participer à mon jury de thèse.

Enfin, pour leur suivi régulier au sein de mon Comité de Thèse, je tiens à remercier Eric Jamet et Laurent Riffaud, qui m'ont encouragée et ont su faire avancer ma réflexion.

Cette thèse est également le fruit d'un long travail d'équipe. Il ne serait rien sans :

- L'ensemble des membres du projet S3PM / SunSet : Bruno Arnaldi, Alexandre Audinot, Benoit Caillaud, Guillaume Claude, Valérie Gouranton, Pierre-Louis Henaux, Aurélien Lamercerie, Marie Le Duff, Bénédicte Nogues et Javier Rojas Balderrama,
- Les formateur·rices de l'IFIBO de Rennes, Elisabeth Barbé-Olivo, Steven Parot, et plus particulièrement, Jeanne Descamps, pour son enthousiasme, son aide, et nos discussions littéraires,
- Les élèves de l'IFIBO de Rennes, et plus particulièrement la promo 18-20. J'espère qu'elles·ils n'auront pas eu le sentiment d'être des objets d'expérimentation,
- L'ensemble des IBODE du service de neurochirurgie pour leur participation, et en particulier Emmanuelle Mondin pour son aide précieuse dans l'organisation des tests d'acceptabilité,

- Les volontaires qui ont accepté d'être nos toutes premières testeuses : Olga Dergachyova et Marie-Pierre Thérin,
- Les deux étudiantes du Master 2 Ergonomie et Psychologie des Facteurs Humains qui ont enrichi nos réflexions à l'occasion d'une mission courte, Anaïs Srebnogora et Camille Tordet,
- Enfin, le service Appui à la Recherche de la BU Centrale de Rennes 2, en particulier, Didier Collet, pour son aide pratique dans l'organisation de ma revue systématique de la littérature.

Je profite de cette occasion pour les remercier tous, de nouveau, très chaleureusement.

Je n'oublie pas l'ensemble des doctorant·es et docteur·es, membres du LP3C que j'ai eu la chance de croiser et côtoyer, en particulier : Alice, Anne-Laure, Anne-Sophie, Anthony, Antoine, Bantiebou, Benjamin, Brivaël, Camille, Cédric, Célia, Charlène, Charlie, Chris, Gaëlle, Gaëtan, Genavee, Jean-Charles, Julie, Kevin, Marc, Maxime, Medhi C., Mehdi Ch., Mélissa, Mickaël, Nicolas, Salomé, Tiphaine, Vanina, et surtout Johanna et Anta dont j'ai partagé le bureau et qui m'ont soutenues (même de très loin) à toutes les étapes de la rédaction de cette thèse. Vous avez été mes toutes premières relectrices et correctrices, vos retours, votre soutien et surtout, votre amitié, m'ont beaucoup aidée.

Je n'oublie pas non plus les stagiaires, ingénieur·es, doctorant·es, docteur·es et tous les membres du LTSI/MediCIS dont la langue me fut au départ souvent étrangère : Arnaud, Arthur, Bernard, Chantal, Clément, Duygu, Ehouarn, Fabien, Guillaume, Gurvan, Han, John, Julien, Olga, Pierre-Louis, Thibault (merci pour tes délicieux gâteaux du mardi), Marine, Maxime, Maëlla, Noémie, avec des remerciements tous particuliers pour Javier et Marie, qui m'ont accompagnée dans cette aventure. Votre patience et votre humour ont rendu ce travail beaucoup plus facile.

Je ne peux pas ne pas mentionner le soutien de mes ami·es de Psycho : Justine, Nicolas et Marie-Pierre pour nos « déjeuners au salon », Céline pour nos rendez-vous bière & thé, Isabelle, Dominique et Laure, pour nos retrouvailles régulières depuis le master (et ce n'est pas fini), et Aurélie et Marine, soutiens mutuels, piliers indéfectibles depuis la L2.

Enfin, ces remerciements ne seraient pas complets sans mentionner mes parents, frères, sœur et belle-famille qui m'ont toujours encouragée dans mes projets, et surtout sans terminer par Christophe et Ségolène. Merci de m'avoir permis de mener ce projet de reprise d'étude et de thèse dans les meilleures conditions possibles. Ce choix n'a pas toujours été facile pour vous au quotidien, et je mesure ma chance de vous avoir à mes côtés. Pour tout cela, et pour bien plus encore, merci !

Sommaire

Table des figures.....	5
Table des tableaux.....	7
LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS.....	9
LISTE DES ABREVIATIONS.....	11
INTRODUCTION GENERALE.....	15
PREMIERE PARTIE - APPORTS THEORIQUES.....	21
CHAPITRE 1 – ETRE IBODE.....	23
1. Caractéristiques du métier d’IBODE.....	23
1.1. Un métier défini par un cadre légal.....	23
1.2. Données démographiques.....	26
1.3. Un métier présentant des contraintes spécifiques.....	29
1.4. Plusieurs rôles au sein d’un même métier.....	30
2. Les représentations liées au métier d’IBODE.....	32
3. La formation au métier d’IBODE.....	34
3.1. Déroulé de la formation.....	34
3.1.1. Coursus actuel et changements à venir.....	34
3.1.2. Une formation aux pratiques avancées.....	35
3.2. Une spécialisation qui vient après une expérience préalable.....	36
CHAPITRE 2 – LES COMPETENCES DES IBODE.....	39
1. Compétences techniques.....	39
2. Compétences non techniques (CNT).....	43
2.1. Définition et origine du concept.....	43
2.2. Lien entre évènements indésirables graves et CNT.....	44
2.3. CNT spécifiques au bloc opératoire.....	45
2.4. CNT spécifiques des IBODE.....	48
2.4.1. Présentation des CNT des IBODE.....	48
2.4.2. Limites du concept de CNT.....	52
2.5. Présentation détaillée des deux CNT mises en jeu dans nos scénarios.....	54
2.5.1. La conscience de la situation.....	54
2.5.2. La communication ouverte ou speaking up.....	57
3. Etude préalable sur les représentations des CNT auprès d’IBODE en exercice.....	61
3.1. Participantes et procédure.....	61
3.2. Définition du métier et qualités requises.....	62

3.3.	Les CNT évoquées par les IBODE.....	64
3.4.	Mise en œuvre des CNT	66
CHAPITRE 3 – DEVELOPPEMENT DES COMPETENCES NON TECHNIQUES PAR LA SIMULATION .71		
1.	La formation par la simulation	71
1.1.	Du simulateur humain au simulateur électronique.....	72
1.1.1.	La réalité virtuelle.....	74
1.1.2.	Les simulateurs RV	75
1.2.	Les étapes d’une séance de simulation	78
1.2.1.	Déroulement d’une formation	78
1.2.2.	Briefing	80
1.2.3.	Débriefing.....	80
1.3.	Le modèle pédagogique sous-jacent à l’apprentissage par simulation.....	84
2.	Les effets de la formation en simulation.....	85
2.1.	Le modèle de Kirkpatrick.....	85
2.2.	Acceptabilité du simulateur	87
3.	La simulation en RV pour développer les CNT	90
3.1.	Présentation de l’article en français.....	93
3.2.	Article 1 - Virtual reality simulation in non-technical skills training for healthcare professionals: A systematic review	96
	Problématique.....	123
SECONDE PARTIE - CONTRIBUTIONS EMPIRIQUES.....		127
CHAPITRE 4 - ACCEPTABILITE DE L’ENVIRONNEMENT VIRTUEL.....		129
1.	Présentation de l’article en français.....	129
2.	Article 2 - Learning procedural skills with a virtual reality simulator: An acceptability study 133	
CHAPITRE 5 – CONSCIENCE DE LA SITUATION ET DETECTION D’ERREURS		157
1.	Présentation de l’article en français.....	157
2.	Article 3 - Training situational awareness for scrub nurses: Errors recognition in a virtual operating room.....	162
CHAPITRE 6 – COMMUNICATION OUVERTE SUR TABLETTE		189
1.	Présentation de l’article en français.....	189
2.	Article 4 – « Doctor, please »: Training speaking up with virtual reality	193
CHAPITRE 7 – DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE.....		221
1.	Synthèse des résultats de la thèse.....	221
1.1.	Synthèse des éléments présentés dans la partie théorique	221
1.2.	Synthèse des résultats présentés dans la partie empirique.....	223
1.2.1.	Etude d’acceptabilité.....	223

1.2.2.	Scénario conscience de la situation.....	224
1.2.3.	Scénario communication ouverte.....	226
2.	Limites.....	228
2.1.	Limites méthodologiques.....	228
2.1.1.	Nombre et caractéristiques des participants.....	228
2.1.2.	Matériel utilisé.....	229
2.1.3.	Choix des métriques et des scénarios.....	231
2.2.	Limites de la formation par la simulation.....	233
3.	Pistes de développement possibles.....	234
3.1.	Intégration au sein d'une démarche pédagogique globale.....	234
3.2.	Extension des scénarios.....	235
3.3.	Utilisation de nos scénarios à l'étranger.....	235
4.	Conclusion générale.....	237
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	239
	ANNEXES.....	269
	Annexe 1 : Accord du Comité d'Ethique du CHU.....	271
	Annexe 2 : Grille d'entretien IBODE.....	272
	Annexe 3 : Feuille PICOS pour l'écriture de l'équation de recherche.....	273
	Annexe 4 : Formulaire d'information et de consentement.....	274
	Annexe 5 : Questionnaire 1 étude acceptabilité.....	277
	Annexe 6 : Questionnaire 2 étude acceptabilité.....	278
	Annexe 7 : Protocole étude acceptabilité.....	283
	Annexe 8 : Détail des erreurs.....	286
	Annexe 9 : Dossier patient Bloc des erreurs.....	287
	Annexe 10 : Protocole Bloc des erreurs.....	291
	Annexe 11 : Questionnaire Bloc des erreurs.....	294
	Annexe 12 : Protocole scénario communication ouverte.....	299
	Annexe 13 : Self-débriefing scénario communication ouverte.....	301
	Annexe 14 : Evaluation scénario communication ouverte.....	303
	Annexe 15 : Fiche pédagogique sur la communication ouverte.....	304

Table des figures

Figure 1– Répartition des IBODE selon le genre.....	27
Figure 2 – Répartition des IBODE par secteur d’activité	28
Figure 3 – Répartition des IBODE par tranche d’âge	28
Figure 4 - Photo d’une <i>instrumentiste</i> (à gauche) et d’une <i>circulante</i> (à droite)	31
Figure 5 – Photo d’une <i>instrumentiste</i> (à gauche) sur le champ opératoire.....	31
Figure 6 – Habiletés et compétences évoquées par les IBODE pour la sécurité des patient·es (Ingvarsdottir & Halldorsdottir, 2017).....	40
Figure 7 - Modèle de la conscience de la situation d’Endsley (1995) (extrait et traduit de Flin et al., 2008, p. 23).....	55
Figure 8 – Modèle de communication ouverte pour les professionnel·les de santé (d’après Okuyama et al., 2014)	60
Figure 9 – Photos d’un simulateur procédural pour la pose de perfusion à gauche (Limbs & Things, 2019) et d’un mannequin simulateur d’accouchement à droite	73
Figure 10 – Présentation d’un exemple de simulateur électronique utilisant un monde virtuel : CliniSpace nursing (http://virtualsimcenter.clinispace.com/)	76
Figure 11 – Photo d’un simulateur RV sur écran (CAE LapVRTM)	77
Figure 12 – Photo d’une scène de bloc opératoire dans une CAVE (Projet S3PM).....	77
Figure 13 – Déroulement général d’une session de simulation (d’après Oriot & Alinier, 2019, p. 9).....	79
Figure 14 – Schéma des étapes d’une séance de simulation (Haute Autorité de Santé, 2012) 79	
Figure 15 – Diagramme de l’Adapted Reflexive Debriefing© (Lavoie, 2011, dans Lavoie, Pepin, & Boyer, 2013).....	84
Figure 16 - Modèle des effets d’une formation de Kirkpatrick (1959).....	86
Figure 17 – Modèle d’acceptabilité UTAUT2 (extrait de Venkatesh et al., 2012, p. 160).....	89

Table des tableaux

Tableau 1 - Responsabilités et activités exercées par les IBODE ou IBO en cours de formation	25
Tableau 2 - Actes infirmiers relevant de la compétence exclusive des IBODE	26
Tableau 3 – Facteurs de pénibilité du métier d’IBODE	29
Tableau 4 – Compétences des IBODE (référentiel du 1 janvier 2017).....	39
Tableau 5 - Compétences techniques et non-techniques au bloc opératoire (extrait et adapté de Zenatti et Yule, 2017).....	41
Tableau 6 - Compétences techniques spécifiques des IBODE et exemples de comportements observables selon l’ICATS-N (extrait et traduit de Sevdalis et al., 2009, p. 1190).....	42
Tableau 7 – CNT princeps (extrait et traduit de Flin et al., 2008, p. 11)	46
Tableau 8 - CNT des IBODE et exemples d’observables (extrait et traduit de Scrub Practitioners’ List of Intraoperative Non-Technical Skills (SPLINTS), 2010, p. 9-13)	49
Tableau 9 – Comparaison des 3 principales taxonomies des NTS au bloc opératoire adaptées du NOTECHS (extrait et traduit de Flin, 2013, p. 3-5-6)	51
Tableau 10 – Présentation des participantes aux entretiens selon leur niveau de diplôme	62
Tableau 11 – Synthèse des réponses sur la définition du métier d’IBODE	63
Tableau 12 – Synthèse des réponses sur les qualités requises pour une IBODE	64
Tableau 13 - Synthèse des réponses sur la définition des CNT et la formation.....	65
Tableau 14 - Exemples ou suggestions de situations en lien avec les CNT (SPLINTS)	67
Tableau 15 – Présentation synthétique des différents types de simulateurs (Haute Autorité de Santé, 2012).....	73
Tableau 16 – Principaux modèles ou scripts de débriefing (d’après (Oriot & Alinier, 2019). 82	
Tableau 17 - Présentation synthétique de quelques modèles de scénario de simulation pour les CNT.....	92

LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

Publications et communications scientifiques

Bracq, M.-S., Michinov, E., & Jannin, P. (2019). Virtual reality simulation in nontechnical skills training for healthcare professionals: A systematic review. *Simulation in Healthcare*, 14(3), 188–194. <https://doi.org/doi: 10.1097/SIH.0000000000000347>

Bracq, M.S., Michinov, E., Arnaldi, B., Caillaud, B., Gibaud, B., Gouranton, V., & Jannin, P. (2019). Learning procedural skills with a virtual reality simulator: an acceptability study. *Nurse Education Today*, 79, 153-160. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2019.05.026>

Bracq, M.S., Michinov, E., Le Duff, M. Arnaldi, B., Gouranton, V., & Jannin, P. Training situational awareness for scrub nurses: errors recognition in a virtual operating room. *Nurse Education Today*. (Submitted).

Bracq, M.S., Michinov, E., Le Duff, M. Arnaldi, B., Gouranton, V., & Jannin, P. « Doctor, please »: training speaking up with virtual reality. *Clinical Simulation in Nursing*. (In prep).

Communications scientifiques affichées

Bracq, M.S., Michinov, E., Arnaldi, B., Audinot, A., Caillaud, B., Gouranton, V., Henaux, P.J., Nogues, B., & Jannin, P. (2019). *Modeling, Simulation and Training Procedural Skills: user experience and acceptability of a virtual reality simulator for scrub nurses in neurosurgery*. Poster présenté dans le cadre du 19th International Meeting on Simulation in Healthcare (IMSH). San Antonio, 26-30 janvier. doi: 10.13140/RG.2.2.28271.69281

Communications scientifiques orales

Bracq, M.S., Le Duff, M., Michinov, E., Arnaldi, B., Gouranton, V., Descamps, J., & Jannin, P. (2019). *Situation awareness in the “Virtual Operating Room of Errors”*: a pilot study. Présentation orale à la 6th Surgetica Conference. Rennes, 17-18 juin.

Bracq, M.S., Le Duff, M., Michinov, E., Arnaldi, B., Gouranton, V., Descamps, J., & Jannin, P. (2019). *Training situation awareness through error recognition in an immersive virtual operating room. Conference Abstract in Frontiers: ICMASim 2019 1st International conference for multiarea-simulation*. Angers, 7-9 Octobre.

Communication orale invitée

Bracq, M.S., Michinov, E., & Jannin, P. (2018). *Evaluation et développement des compétences non-techniques des infirmières de bloc opératoire par la simulation en réalité virtuelle*. Présentation orale à la Journée d'étude de la Plateforme Loustic : « Technologies éducatives et formation ». Rennes, 15 novembre.

Dépôt logiciels en cours

- Arnaldi, B., Gouranton, V., Audinot, A., Jannin, P., Gibaud, B., Michinov, E., Nogues, B., Le Duff, M., & **Bracq, M.-S.** (submitted 2020). *Speaking up ! La communication au bloc opératoire*.
- Arnaldi, B., Gouranton, V., Reuzeau, A., Audinot, A., Jannin, P., Gibaud, B., Michinov, E., Nogues, B., Le Duff, M., & **Bracq, M.-S.** (submitted 2020). *Bloc opératoire des erreurs*.
- Arnaldi, B., Gouranton, V., Reuzeau, A., Audinot, A., Jannin, P., Gibaud, B., Michinov, E., Nogues, B., Le Duff, M., & **Bracq, M.-S.** (submitted 2020). *SunSet Eval*.
- Arnaldi, B., Gouranton, V., Reuzeau, A., Audinot, A., Jannin, P., Gibaud, B., Nogues, B., **Bracq, M.-S.**, Henaux, P.-L., Nouviale, F., Claude, G., & Rojas Balderrama, J. (submitted 2020). *Scénario de formation d'infirmière de bloc opératoire en environnement virtuel*.
- Arnaldi, B., Gouranton, V., Reuzeau, A., Claude, G., Petit, E., Boggini, T., Audinot, A., Jannin, P., Gibaud, B., Henaux, P.-L., & Nouviale, F. (submitted 2020). *Sémantique #FIVE d'un bloc opératoire virtuel*.
- Arnaldi, B., Gouranton, V., Reuzeau, A., Petit, E., Boggini, T., Audinot, A., Jannin, P., Gibaud, B., Nogues, B., Henaux, P.-L., & Nouviale, F. (submitted 2020). *Modèles 3D, disposition spatiale et rendu graphique d'un bloc opératoire virtuel*.

LISTE DES ABREVIATIONS

3D	3 Dimensions
	Defusing, Discovering, Deepening
3R	Review, Response, Remind
4-E	Events, Emotions, Empathy, Explanations
AES	Accident exposant au sang
ANAP	Agence Nationale d'Appui à la Performance
ANTS	Anaesthetists' Non-Technical Skills
BMS-NNTS	Behavioural Marker System for assessing Neurosurgical Non-Technical Skills
CAVE	Cave Automatic Virtual Environment
CGRS	Communication Global Rating Scale
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CNT	Compétences Non Techniques
CRM	Crew Ressource Management (dans l'aviation)
	Crisis Ressource Management (dans la santé)
CSP	Code de la Santé Publique
CT	Compétences Techniques
CUE-model	Components of User Experience model
CUSS	Concerned, Uncomfortable, Serious, Stop
DASH	Debriefing Assessment for Simulation in Healthcare
DE	Diplômé.e d'Etat
DEBRIEF	Defining, Explaining, Benchmarking, Reviewing, Identifying, Examining, Formalizing
DESC	Je Décris la situation, j'Exprime mon ressenti, je Suggère une alternative, j'évalue les Conséquences
DM	Dispositif Médical
DML	Debriefing for Meaningful Learning
DOM-TOM	Départements d'Outre-Mer et Territoire d'Outre-Mer

DPC	Développement Professionnel Continu
DREES	Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Evaluation et des Statistiques
EIG	Evènement indésirable grave
EMCRM	Emergency Medicine Crisis Resource Management
ENEIS	Enquête Nationale sur les Evènements Indésirables graves associés aux Soins
EV	Environnement Virtuel
GAS	Gather, Analyze, Summarize
GREAT	Guideline, Recommendations, Events, Analysis, Transfer
H	Hypothesis
HAS	Haute Autorité de Santé
HDG	High Detection Group
HMD	Head Mounted Display / Device
HTC	High Tech Computer
IADE	Infirmier·e anesthésiste diplômé·e d'Etat
IBO	Infirmier·e de bloc opératoire
IBODE	Infirmier·e de bloc opératoire diplômé·e d'Etat
ICATS-N	Imperial College Assessment of Technical Skills for Nurses
IDE	Infirmier·e diplômé·e d'Etat
IFIBO	Institut de Formation d'Infirmier·es de Bloc Opératoire
INRIA	Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique
INSERM	Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
IRISA	Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires
KSA	Knowledge, Skills, Attitudes
LEARN	Learning objectives, Emotions, Action, Reflection, Next steps
LDG	Low Detection Group

LP3C	Laboratoire de Psychologie: Cognition, Comportement, Communication
LTSI	Laboratoire du Traitement du Signal et de l'Image
M-OSANTS	Modified Objective Structured Assessment Non-Technical Skills
NASA-TLX	National Aeronautics and Space Administration Task Load Index
NOTECHS	Non-Technical Skills System
NOTSS	Non-Technical Skills for Surgeons
NTS	Non-Technical Skills
OR	Operating Room
PACTE	Programme d'Amélioration Continue du Travail en Equipe
PEARLS	Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation
PICOS	Population, Intervention, Comparison, Outcome and Settings
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses
RUST	Reaction, Understanding, Summarize, Take home message
RV	Réalité Virtuelle
SA	Situation awareness
SAED	Situation, Antécédents, Évaluation, Demande
SAGAT	Situation Awareness Global Assessment Technique
SART	Situation Awareness Rating Technique
SCM	Swiss Cheese Model
SPLINTS	Scrub Practitioners' List of Intraoperative Non-Technical Skills
SPM	Surgical Process Model
SSQ	Simulator Sickness Questionnaire
STAI-Y	State-Trait Anxiety Inventory

SURG-TLX	Surgery Task Load Index
SUS Questionnaire	Slater, Usoh & Steed Questionnaire
S3PM	Synthesis and Simulation of Surgical Process Models
TAM	Technology Acceptance Model
TIP	Travail d'Intérêt Personnel
TOSCE	Team Observed Structured Clinical Examination
TS	Technical Skills
T-TAQ	Teamwork Attitudes Questionnaire
UMR	Unité Mixte de Recherche
UTAUT	Unified Theory of Acceptance and Use of Technology
VR	Virtual Reality

INTRODUCTION GENERALE

Avant une intervention chirurgicale, il ne viendrait à l'idée de personne de s'assurer que l'équipe s'est bien entraînée à la procédure qu'elle va être amenée à réaliser, et surtout pas d'envisager que les actes chirurgicaux puissent être réalisés pour la première fois, par un·e stagiaire, un·e interne, ou un·e chirurgien·ne sur soi. Or tout acte technique nécessite un apprentissage pratique et un certain nombre de répétitions, lors d'opérations sur des patient·es, pour atteindre un niveau de performance stable. Cette courbe d'apprentissage nécessite parfois la réalisation d'un grand nombre de procédures ce qui soulève de nombreuses questions éthiques et pose le problème de la sécurité des soins (Hamilton, 2006 ; Van der Sluis et al., 2018).

Le rapport « To Err is human » a placé les événements indésirables associés aux soins dans les hôpitaux au huitième rang dans la cause des décès aux Etats-Unis, et les erreurs médicales y sont évaluées comme la troisième cause de mortalité, juste après le cancer et les maladies cardio-vasculaires (Kohn, Corrigan, & Donaldson, 1999 ; Makary & Daniel, 2016). Face à ces constats, le recours à la simulation pour la formation des professionnel·les de santé s'est développé. Son objectif est d'améliorer la qualité et la sécurité des soins et la formation des soignant·es, tout en respectant l'objectif éthique suivant : « *jamais la première fois sur le patient* » (Granry & Moll, 2012, p. 11).

L'intérêt que présente la simulation pour réduire le nombre d'erreurs médicales et pour réduire l'impact de la courbe d'apprentissage des actes chirurgicaux sur la durée des interventions, leur coût, et les risques infectieux associés, a motivé les projets à l'origine de cette thèse. De plus, le développement de la chirurgie micro-invasive et de la laparoscopie¹ a

¹ La laparoscopie, ou coelioscopie, est une technique chirurgicale permettant d'accéder à l'intérieur de l'abdomen par de petites incisions de la paroi abdominale. Cet acte se pratique pour le diagnostic ou le traitement de certaines maladies, notamment gynécologiques ou digestives.

bouleversé les pratiques ainsi que les modalités d'apprentissage, et les simulateurs utilisant la réalité virtuelle (RV) ont généré de nouvelles pistes de recherche (Gallagher et al., 2005). Par ailleurs, les constats que la réussite d'une procédure chirurgicale ne tenait que pour 25% à la dextérité des chirurgien·nes, et que les compétences autres que techniques avaient un impact sur les performances chirurgicales, ont élargi le spectre de la simulation en santé, en y intégrant les facteurs humains et le travail en équipe (Hull et al., 2012 ; Sharma, Mishra, Aggarwal, & Grantcharov, 2011 ; Spencer, 1978).

Cette thèse intitulée « Evaluation des compétences non techniques des infirmières de bloc opératoire dans un environnement virtuel et collaboratif » s'inscrit dans le cadre du projet « SunSet : Scrub Nurse Non Technical Skills Training System ». Il fait suite au projet « Synthesis and Simulation of Surgical Process Models » (S3PM), dont l'objectif était de développer des scénarios de simulation visant les compétences procédurales des infirmières de bloc opératoire (IBO). Ce projet a permis le développement d'une méthodologie originale qui permet la représentation générique d'une procédure à partir de la généralisation de modélisations individuelles synthétisées à partir d'observations réelles de cette même procédure. La représentation générique ainsi créée est ensuite intégrée sous forme de scénario à un environnement virtuel. Cette intégration permet la collaboration de plusieurs utilisateur·rices et humains virtuels ainsi que des interactions avec l'environnement virtuel. Le scénario peut ensuite être utilisé avec plusieurs modalités de RV immersive, plateforme ou casque (Claude et al., 2016).

Le projet SunSet s'inscrit dans la continuité de S3PM en utilisant l'environnement virtuel et la méthodologie développés, pour l'acquisition et le développement de compétences non techniques (CNT) par les IBO. Ce projet a bénéficié d'une aide de l'Etat attribuée au Labex CominLabs² et gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme « Investissements d'avenir » portant la référence ANR-10-LABX-07-01. Il a également reçu la

² <https://sunset.cominlabs.u-bretagne.fr>

validation du Comité d’Ethique du CHU de Rennes le 23 décembre 2016 (Annexe 1). Il s’agit d’un projet pluridisciplinaire, élaboré par un consortium de chercheurs issues de différents laboratoires ou services et présentant des compétences complémentaires :

- MediCIS, Laboratoire du Traitement du Signal et de l’Image (LTSI), UMR INSERM U1099, spécialisé dans la neurochirurgie guidée par l’image et assistée par ordinateur, la réalité augmentée, et la modélisation des procédures chirurgicales ;

- HYCOMES, Inria/IRISA, laboratoire spécialisé dans le développement de modèles mathématiques, d’algorithmes et d’outils de soutien basés sur des méthodes de raisonnement dans la conception de systèmes embarqués ;

- Hybrid, Inria/IRISA, laboratoire spécialisé dans la réalité virtuelle et les interactions individuelles (un utilisateur avec un objet) ou communes (plusieurs utilisateurs sur le même objet) en trois dimensions avec des environnements virtuels ;

- LP3C, Laboratoire de Psychologie : Cognition, Comportement, Communication, E.A. 1285, spécialisé en psychologie expérimentale, psychologie sociale, psychologie cognitive, psychologie ergonomique, psychologie du développement et de l’éducation ;

- Service de neurochirurgie du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Rennes, service de référence pour une étude pilote sur les facteurs humains au bloc des urgences dans le cadre du Programme d’Amélioration Continue du Travail en Equipe (PACTE) sous la supervision de la Haute Autorité de Santé (HAS).

Notre contribution dans le projet a été de fournir aux partenaires le choix des compétences non techniques à mettre en jeu, de définir les spécificités des scénarios de formation, et d’apporter une première preuve du concept sur une population ciblée pour permettre une appropriation de l’outil, avant de pouvoir déployer le système sur une plus grande échelle. Le projet s’est organisé en cinq grandes étapes au cours desquelles cette contribution s’est ainsi intégrée. Mais dans un premier temps, nous avons commencé par préciser notre compréhension du métier d’IBODE avec des observations au bloc opératoire, le visionnage de

vidéos, des lectures et des échanges avec des professionnel·les, afin de mieux comprendre les enjeux de son exercice et de sa formation. Le Chapitre 1 présente ainsi les caractéristiques de ce métier, les représentations associées, et le cursus de formation préalable.

La première étape du projet a consisté à analyser les CNT sur lesquelles nous souhaitons travailler pour définir les spécifications des scénarios de formation. Le Chapitre 2 détaille les compétences des IBODE et identifie les deux CNT autour desquelles nous avons développé les scénarios de simulation (la conscience de la situation et la communication), en nous appuyant sur l'analyse de la littérature mais également sur nos échanges et une étude réalisée avec des IBODE en exercice.

La deuxième étape du projet a consisté pour les ingénieur·es dans le développement d'outils de création de scénario, à partir de ceux déjà créés pour S3PM (Lécuyer et al., 2019a, 2019b) et pour nous, dans la réalisation d'une revue systématique de la littérature afin de faire un état de l'art sur la simulation en RV pour les CNT en santé. La présentation du développement des CNT par la simulation et de cette revue systématique de la littérature fait l'objet du Chapitre 3.

La troisième étape s'est concentrée sur l'implémentation des scénarios. Le premier d'entre eux, le scénario « table d'instrumentation », à visée procédurale, qui implique 138 instruments chirurgicaux et 50 interactions différentes entre utilisateur·rices et environnement virtuel, ne vise pas les CNT mais nous a permis de tester l'acceptabilité de l'environnement virtuel auprès de différent·es utilisateur·rices potentiel·les. Les deux autres scénarios concernent les CNT. Cette étape de construction s'est faite en concertation avec tous les membres du projet, nécessitant de nombreux échanges entre nous mais également avec les professionnel·les de terrain et les formateur·rices de l'Ecole d'IBODE. Le premier vise à développer la conscience de la situation (capacité à rassembler des informations, à reconnaître et à comprendre des informations, ainsi qu'à anticiper leur état futur) dans un environnement de RV. Ce scénario immerge les participant·es dans une salle d'opération virtuelle dans laquelle on leur demande de signaler toute erreur qu'elles·ils pourraient relever. Le second scénario vise

à comprendre l'importance de la communication au bloc opératoire et les obstacles à cette communication (risque, statut, culture de la sécurité...). Il place les participant·es face à quatre comportements problématiques, et pour chacun, leur demande si et comment elles·ils réagiraient.

La quatrième étape, a concerné le développement de *SunSet Eval*, un outil d'évaluation des performances qui permet le calcul automatique de scores de base (temps, réussites, défaillances) ainsi que l'intégration de systèmes de notation standardisés (taxonomies) ou de questionnaires. Notre participation à cette étape a été la définition des métriques pour chacun des scénarios selon les CNT et les objectifs pédagogiques définis.

La cinquième et dernière étape du projet SunSet a consisté à mettre en œuvre des expériences utilisateur·rices pour tester et évaluer les scénarios développés. Ces études que nous avons menées composent la partie empirique de cette thèse. La première d'entre elles, réalisée en laboratoire, s'est donné pour objectif de mesurer l'acceptabilité de l'environnement virtuel par des utilisateur·rices non-expert·es et expert·es-métier, grâce à des passations individuelles sous casque de RV. Elle est présentée dans le Chapitre 4. Les deux autres se sont déroulées dans le contexte de l'Ecole, et avec les utilisateur·rices finales·aux, majoritairement des élèves en formation initiale et quelques IBODE en formation continue. L'étude présentant le scénario visant la conscience de la situation a impliqué 18 élèves et 8 IBODE, elle s'est déroulée en trois sessions, avec des passations individuelles successives sous casque et un débriefing collectif. Elle est présentée dans le Chapitre 5. L'étude présentant le scénario visant la communication ouverte, a impliqué 33 élèves, et s'est déroulée en 2 sessions avec des passations individuelles simultanées sur tablette. Elle a été suivie par un self-débriefing individuel. Cette étude est présentée dans le Chapitre 6.

Pour finir, le Chapitre 7 de cette thèse met en discussion les résultats observés au regard des constats et des besoins énoncés dans la première partie, et précise les limites de nos études ainsi que les perspectives qu'elles ouvrent pour de futures recherches.

PREMIERE PARTIE - APPORTS THEORIQUES

CHAPITRE 1 – ETRE IBODE

1. Caractéristiques du métier d'IBODE

1.1. Un métier défini par un cadre légal

IBODE. Un ou une IBODE. Pour un·e non spécialiste, la sonorité de cet acronyme suggère éventuellement l'univers des nouvelles technologies (e-bod ? i-bod ?) mais rien de très précis. Pourtant, l'IBODE, Infirmier·e de Bloc Opératoire Diplômé·e d'Etat, exerce une activité dont la fonction est précisément et légalement définie. En tant qu'infirmier·e diplômé·e d'État, elle·il « *donne habituellement des soins infirmiers sur prescription ou conseil médical, ou en application du rôle propre qui lui est dévolu. L'infirmier ou l'infirmière participe à différentes actions, notamment en matière de prévention, d'éducation de la santé et de formation ou d'encadrement* » (Art. L. 4311-1 du Code de Santé Publique (CSP)).

Plus spécifiquement, « *en peropératoire³, l'infirmier ou l'infirmière titulaire du diplôme d'État de bloc opératoire ou l'infirmier ou l'infirmière en cours de formation préparant à ce diplôme exerce les activités de circulant, d'instrumentiste et d'aide opératoire, en présence de l'opérateur. Il est habilité à exercer dans tous les secteurs où sont pratiqués des actes invasifs à visée diagnostique, thérapeutique, ou diagnostique et thérapeutique dans les secteurs de stérilisation du matériel médico-chirurgical, et dans les services d'hygiène hospitalière.* » (Art. R. 4311-11 du CSP).

Les responsabilités qui incombent à l'IBODE du fait de la spécialité de son diplôme

³ Pendant l'opération chirurgicale, quand le patient est sous anesthésie (N.D.A.).

sont précisées par l'article R. 4311-11 du CSP et les activités spécifiques au métier sont détaillées dans le référentiel en vigueur depuis le 1 janvier 2017. L'ensemble de ces responsabilités et activités des IBODE est synthétisé dans le Tableau 1.

Tableau 1 - Responsabilités et activités exercées par les IBODE ou IBO en cours de formation

Responsabilités des IBODE (article R. 4311-11 du CSP)	Activités du référentiel métier (Ministère en charge des affaires sociales et de la santé, s. d.)
1- Gestion des risques liés à l'activité et à l'environnement opératoire	Réalisation de soins et d'activités liées à l'intervention et au geste opératoire
2- Élaboration et mise en œuvre d'une démarche de soins individualisés en bloc opératoire et secteurs associés	Réalisation de soins auprès d'une personne bénéficiaire d'une intervention
3- Organisation et coordination des soins infirmier·ess en salle d'intervention	Mise en œuvre et contrôle de mesures d'hygiène en bloc opératoire et dans les secteurs associés
4- Traçabilité des activités au bloc opératoire et en secteurs associés	Mise en œuvre de mesures de qualité et de sécurité au bloc opératoire et dans les secteurs associés
5- Participation à l'élaboration, à l'application et au contrôle des procédures de désinfection et de stérilisation des dispositifs médicaux réutilisables visant à la prévention des infections nosocomiales au bloc opératoire et en secteurs associés	Gestion d'équipements, de dispositifs médicaux et de produits au bloc opératoire et dans les secteurs associés
	Transmission d'information, organisation, planification en bloc opératoire
	Formation et information des équipes et des stagiaires en bloc opératoire et dans les secteurs associés
	Réalisation de travaux de veille professionnelle et de recherche, formation personnelle spécifiques aux activités péri-opératoires

Le décret n° 2015-74 du 27 janvier 2015 définit les actes infirmiers relevant de la compétence exclusive des IBODE, également appelés actes exclusifs, qui viennent compléter le périmètre d'intervention des IBODE (Art. R. 4311-11-1 du CSP). Ils sont présentés dans le Tableau 2 :

Tableau 2 - Actes infirmiers relevant de la compétence exclusive des IBODE

1	Dans les conditions fixées par un protocole préétabli, écrit, daté et signé par la·le ou les chirurgien·nes	Sous réserve que la·le chirurgien·ne puisse intervenir à tout moment :
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ L'installation chirurgicale de la·du patient·e ✓ La mise en place et la fixation des drains susaponévrotiques ✓ La fermeture sous-cutanée et cutanée
2	Au cours d'une intervention chirurgicale, en présence et sur demande expresse de la·du chirurgien·ne, une fonction d'assistance pour des actes d'une particulière technicité déterminés par arrêté de la·du ministre chargé·e de la santé	Au cours d'une intervention chirurgicale, en présence du chirurgien·ne :
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apporter une aide à l'exposition, ✓ Apporter une aide à l'hémostase ✓ Apporter une aide à l'aspiration

Autrement dit, l'IBODE est un·e professionnel·le de santé spécialisé·e, qui exerce des responsabilités spécifiques, avec une expertise validée par son diplôme, et qui travaille au sein d'une équipe pluridisciplinaire, dans différentes spécialités chirurgicales, en secteur opératoire, en salle d'intervention, en endoscopie, ou en service de stérilisation et d'hygiène.

1.2. Données démographiques

Des données démographiques précises sur la France entière et la Bretagne, région dans laquelle se sont déroulés nos travaux, nous permettent d'avoir un aperçu sur la population des IBODE. Les données présentées ci-dessous sont issues du site de la Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Évaluation et des Statistiques du Ministère des Solidarités et de la Santé

(DREES) pour l'année 2018, elles regroupent les IBODE français·es et les IBODE autorisé·es selon l'article L477-1 du Code de la Santé Publique, c'est-à-dire, les ressortissant·es d'un Etat membre de l'Union européenne ou d'un Etat partie à l'accord sur l'Espace économique européen, titulaires d'un diplôme, titre ou certificat d'infirmier (Direction de la Recherche, des Études, de l'évaluation, et des Statistiques, s. d.).

En 2018, la DREES dénombrait 7851 IBODE en France, dont 597 en Bretagne. Sur la France entière, la proportion d'hommes est de 12.36 %, et la proportion de femmes est de 87.64 %, soit un homme pour 6.5 femmes. En Bretagne, la proportion semble légèrement moins déséquilibrée, mais on note de même la proportion d'un homme pour 5.2 femmes, soit 16.08 % d'hommes et 83.92 % de femmes (Figure 1).

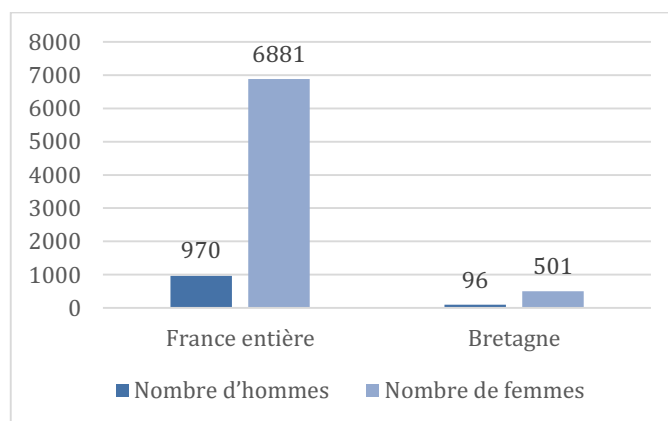


Figure 1– Répartition des IBODE selon le genre

Concernant leur lieu d'exercice, les IBODE travaillent majoritairement en milieu hospitalier (90.97 % pour la France entière et 94.30 % en Bretagne), toutefois une minorité exerce en dehors de ce dernier (Figure 2).

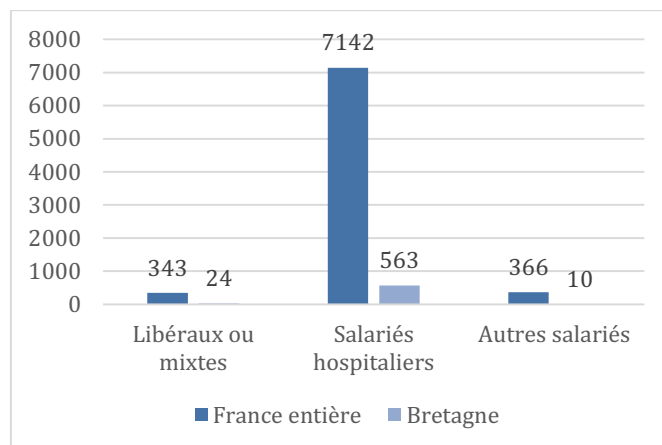


Figure 2 – Répartition des IBODE par secteur d'activité

L'âge médian des IBODE se situe entre 50 et 54 ans. Elles·ils se répartissent majoritairement dans la tranche d'âge de 40 à 64 ans, avec un maximum entre 55 et 59 ans (Figure 3).

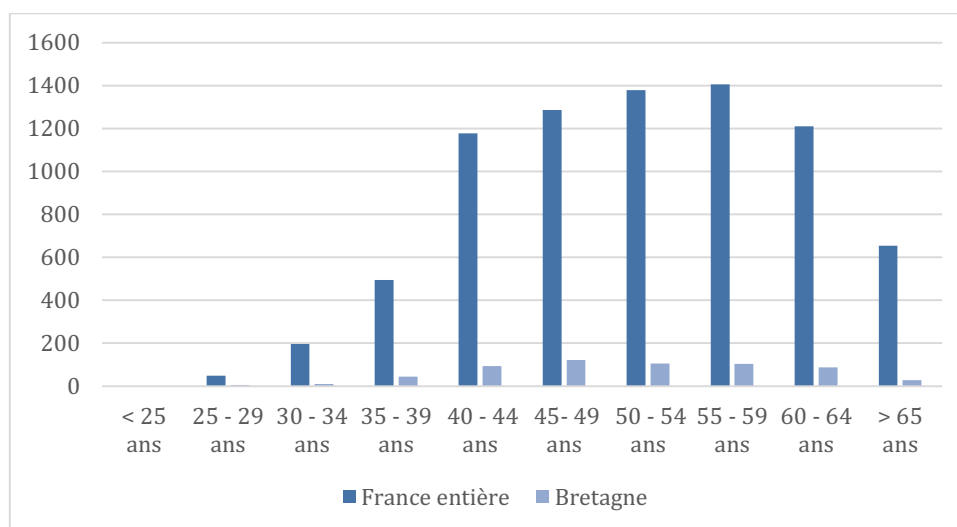


Figure 3 – Répartition des IBODE par tranche d'âge

1.3. Un métier présentant des contraintes spécifiques

Le métier présente les facteurs de pénibilité suivants, présentés dans le Tableau 3 (ANAP, s. d.; Grollau, 2008).

Tableau 3 – Facteurs de pénibilité du métier d’IBODE

Nature du risque	Détail
Risques liés à l’activité physique et à l’environnement	Situation debout prolongée Transfert de patient·es, manutention de patient·es lourds Température des salles Lumière artificielle Environnement bruyant Manipulation de produits toxiques Exposition aux rayons ionisants Port de tablier plombé
Risques liés à la charge mentale	Adaptation aux différentes spécialités chirurgicales et à leurs techniques Confrontation aux situations d’urgence Problèmes éthiques, moraux ou psychologiques liés à la pathologie des patient·es Sollicitations multiples Alternance de situations stressantes et de périodes creuses Alternance de rythme de travail Changement dans les programmes opératoires Horaires contraignants avec 10, 12 ou 24 heures d’astreinte Charge de travail importante liée au manque d’effectif Temps de repos écourtés et horaires de repas aléatoires
Risques infectieux	Exposition aux accidents exposant au sang (AES)

Par ailleurs, au bloc opératoire ces facteurs sont associés à des conditions et organisations de travail génératrices de stress qui peuvent dégrader les relations interpersonnelles et interprofessionnelles, et impacter directement la satisfaction et la santé au travail des professionnel·les de santé. On peut citer, par exemple, les interruptions fréquentes de tâche (Henaux et al., 2019), la confusion des rôles, l'optimisation des blocs opératoires, ou la position pivot de l'IBODE qui doit interagir en permanence avec cadre de santé, chirurgien·ne et patient·e (Grollau, 2008).

Au vu de ces facteurs de pénibilité et de l'âge moyen des IBODE, le métier est considéré en tension, avec une pénurie d'IBODE par rapport aux besoins. Les hôpitaux ont donc recours à des infirmier·es diplômé·es d'État (IDE) faisant fonction d'infirmier·e de bloc opératoire (IBO) afin d'y faire face (Rouffet, 2010 ; Wilson, 2012).

1.4. Plusieurs rôles au sein d'un même métier

Comme le précise l'article R 4311-1 du CSP l'IBODE peut exercer trois rôles au sein du bloc opératoire. Elle·Il peut être « *Circulant·e* ». Dans ce cas, elle·il n'est pas habillé·e en tenue stérile et elle·il assure le relais entre les zones stériles et non stériles du bloc, ainsi que la communication entre le bloc et l'extérieur. De plus, elle·il prévoit, organise et contrôle tous les dispositifs médicaux (à droite sur la Figure 4).

Elle·Il peut aussi être « *Instrumentiste* ». Elle·Il revêt alors une casaque stérile et doit procéder à une désinfection chirurgicale de ses mains par friction/brossage et porter des gants. Elle·Il prévoit et gère l'instrumentation stérile selon les temps opératoires, participant ainsi à l'acte chirurgical auprès des patient·es (à gauche sur les Figures 4 et 5).

Enfin, elle·il peut être « *Aide-opératoire* ». Dans ce cas, elle·il est vêtu·e en stérile comme l'instrumentiste mais elle·il collabore à l'acte chirurgical en intervenant directement sur la·le patient·e, selon un protocole régi par le décret n° 2015-74 du 27 janvier 2015 relatif aux actes exclusifs. Ce rôle exige d'avoir validé une formation spécifique (article R.4311-11-2 du CSP).



Figure 4 - Photo d'une *instrumentiste* (à gauche) et d'une *circulante* (à droite)

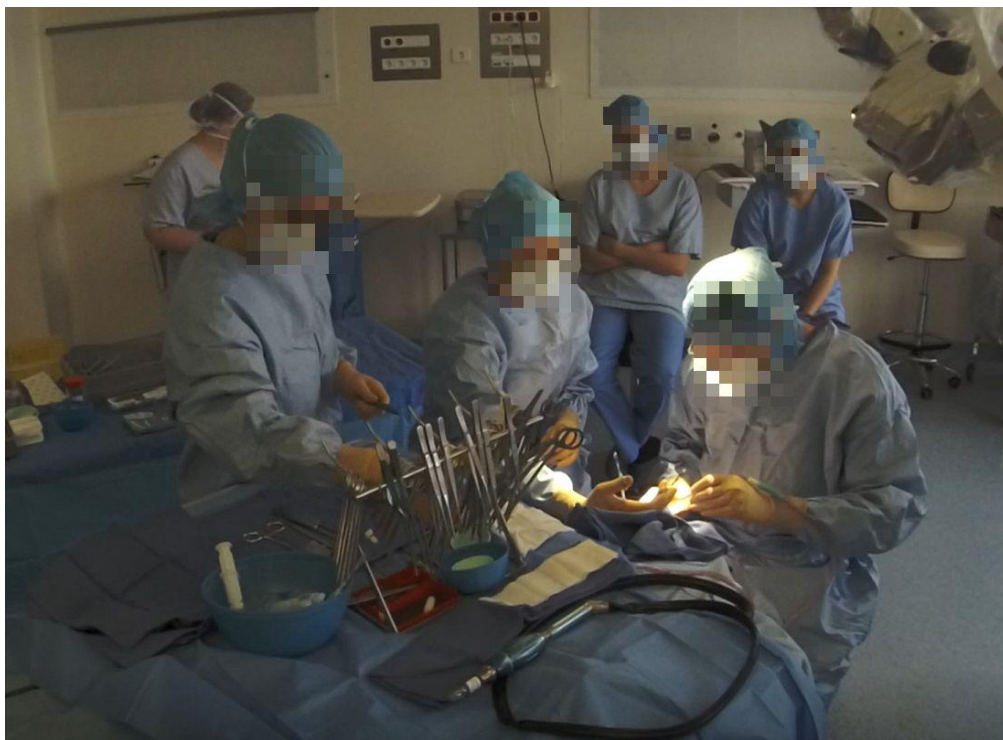


Figure 5 – Photo d'une *instrumentiste* (à gauche) sur le champ opératoire

Ces différents rôles peuvent être exercés par roulement selon la durée de l'intervention. Ainsi, au cours d'interventions longues, l'instrumentiste peut prendre le rôle de circulant·e et inversement. Cette alternance au cours de la journée ou selon le programme opératoire, qui

nécessite de réajuster son positionnement au sein du bloc, peut amener à une certaine confusion de rôles. Par ailleurs, selon les spécialités dans lesquelles les IBODE exercent, le métier peut varier fortement : les protocoles diffèrent, les dispositifs médicaux et les instruments utilisés varient, voire peuvent changer de nom, et enfin, les normes comportementales ne sont pas les mêmes. Cela s'ajoute aux nouvelles politiques d'organisation hospitalière avec la création de pôles d'activité, de la pénurie d'IBODE et de l'évolution constante des technologies. Les IBODE sont ou vont être amené·es à être de plus en plus polyvalent·es, ce qui n'est pas sans poser de question sur leur performance et le maintien à niveau de leurs compétences (Rouffet, 2010).

2. Les représentations liées au métier d'IBODE

Le bloc opératoire, par son côté fermé et par l'enjeu parfois vital des actions qui peuvent s'y dérouler, possède une part de mystère et suscite beaucoup d'interrogations, voire de fantasmes. C'est en effet, un lieu de transgressions de tabous dans lequel certains actes, comme le fait d'insérer un objet tranchant dans un corps humain, sont considérés comme criminels ou violents à l'extérieur, mais sont ici autorisés et valorisés (Pouchelle, 2013).

Le point de vue d'anthropologues sur le bloc opératoire permet d'apporter un autre regard sur le travail qui s'y déroule et sur les relations humaines en son sein. Il met en évidence des rapports symboliques dans un univers hautement technologique et fait le parallèle entre les rapports professionnels chirurgien·ne/IBODE et les rapports sociaux homme/femme, en général (Genest, 1990 ; Pouchelle, 2008a), faisant écho à la valence différentielle des sexes qui veut que tout terme associé au féminin soit dévalorisé (Héritier, 1996) et à la problématique de la division sexuelle du travail avec ses deux principes, la séparation tout d'abord, qui veut qu'il existe des travaux d'hommes et des travaux de femme et la hiérarchisation, ensuite, qui donne plus de valeur à un travail d'homme qu'à un travail de femme (Hirata & Kergoat, 2017 ; Kergoat, 2000). Les qualificatifs employés par les chirurgien·nes pour décrire leur métier

relèvent souvent d'un champ lexical contribuant à leur valorisation héroïque et masculine (Genest, 1990). Les IBODE quant à elles·eux, s'inscrivent dans un rapport hiérarchique subalterne, conformément au stéréotype de genre assigné au métier d'infirmier·e (Giarni et al., 2015; Molinier, 2004). Bien qu'elles·ils se soient approprié la responsabilité de l'asepsie pour assurer une reconnaissance de leur spécificité, et se positionner comme partenaires des chirurgien·nes, plutôt que comme assistant·es, ceci vient renforcer le stéréotype de genre qui veut que le féminin soit associé à la notion d'hygiène ou de propreté (Pouchelle, 2008b).

Les anthropologues proposent la métaphore du théâtre pour le bloc opératoire, présenté comme un espace clos dont le cercle aseptique serait la scène, et dans lequel chirurgien·ne et IBODE participent à un jeu d'acteur et d'actrice réglé par de nombreux protocoles, assimilables à des rituels (Katz, 1981). La terminologie anglaise de « Theater » utilisée pour désigner le bloc opératoire vient d'ailleurs renforcer cette métaphore (Genest, 1990). Cette dernière permet la mise en évidence d'un décalage entre les fonctions et les personnes, et révèle la mise à distance de chacun des protagonistes par rapport à la scène. En effet, les professionnel·les évoquent facilement le caractère technique de leur activité, mais plus difficilement leur vécu au bloc. Ceci limite la prise en compte des aspects psychologiques et des affects des personnes ainsi que des aspects symboliques des tâches et des fonctions. Or le non-dit et l'implicite sont présents : peur de l'inconnu et rapport à l'urgence propres à chacun, temps infirmier historiquement non pris en compte, et rapports de séduction ou d'affinité dans le binôme chirurgien·ne-IBODE sont autant d'éléments qui s'interposent dans les rapports professionnels (Cepisul, 2008 ; Le Verge, 2008 ; Pouchelle, 2003, 2008a).

En effet, le groupe professionnel infirmier reste marqué par son histoire. Ainsi la fonction d'infirmier·e renvoie d'une part aux religieuses qui exerçaient au sein d'hospices, et qui vivaient le soin comme une vocation, et d'autre part, au bénévolat charitable des femmes de classes aisées engagées dans la Croix Rouge ainsi qu'à certaines figures mythiques comme celle de Florence Nightingale (Girard, 2018). Bénévolat, charité, vocation, don de soi et activités de soin associés à des caractéristiques considérées comme naturellement féminines sont présents

dans l'imaginaire social et ont participé à l'invisibilité du travail. Ils sont également à l'origine des stratégies collectives défensives de métier : capacité à éprouver la souffrance d'autrui dans son corps, déni de sa propre vulnérabilité pour éviter la souffrance, et élaboration de la souffrance ou aveu de vulnérabilité sur le mode de l'autodérision (Molinier, 2002).

3. La formation au métier d'IBODE

3.1. Déroulé de la formation

3.1.1. Cours actuel et changements à venir

En 2019, il existe 26 Instituts de Formation d'Infirmier·es de Bloc Opératoire (IFIBO) répartis sur la France et les DOM-TOM. L'accès à la formation nécessite l'obtention préalable du titre d'IDE ou de maïeuticien·ne DE et exige un minimum de deux années d'expérience ainsi que la réussite au concours d'admission. La formation dure 18 mois, avec 870 heures (29 semaines) de théorie organisée en 5 grands modules : 1) hygiène hospitalière et prévention des infections nosocomiales, 2) l'IBO et l'environnement technologique du bloc opératoire, 3) l'IBO et la prise en charge des patient·es au cours des différents actes chirurgicaux, 4) l'IBO dans la maîtrise de sa fonction, et 5) activités d'écriture réflexive et travaux de groupes. Cette formation théorique est entrecoupée de 1365 heures (39 semaines) de stages pratiques. Les stages en chirurgie ostéo-articulaire, en chirurgie viscérale, en stérilisation centralisée, en hygiène hospitalière et en endoscopie sont obligatoires. Ils sont complétés par au moins 3 stages dans d'autres disciplines selon l'expérience, le projet professionnel de l'élève et le projet pédagogique de l'école (Arrêté du 12 mars 2015 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2001 relatif à la formation conduisant au diplôme d'État d'infirmier·e de bloc opératoire). L'accès au titre d'IBODE peut également se faire par la validation des acquis de l'expérience.

Depuis le 1^{er} janvier 2017, le référentiel des compétences intègre les actes exclusifs, et les étudiant·es IBO y sont désormais formé·es pendant leur cycle de formation. Ce n'est pas le cas

des IBODE ayant validé leur titre avant cette date, ni bien sûr, des IDE faisant fonction d'IBO au bloc opératoire. L'article R.4311-11-1 du CSP, qui exige qu'à partir du 1^{er} janvier 2020 seul·es celles·ceux qui auront validé la formation de 49 heures aux actes exclusifs seront habilité·es à accomplir ces actes, bouleverse les pratiques et génère de fortes demandes de formation. Ainsi, d'ici le 31 décembre 2021, délai accordé par le Conseil d'État, environ 10 000 infirmier·es non spécialisé·es devront être formé·es pour le bon fonctionnement des blocs opératoires (Hedef, 2019).

En plus des besoins qui relèvent de la formation continue, les écoles font également face à des changements qui affectent la formation initiale. En effet, le cursus pour l'obtention du titre d'IBODE est en attente de réingénierie pour une reconnaissance au niveau Master 2 dans le cadre de l'universitarisation des formations, qui s'accompagnera, entre autres, de la suppression des deux années d'exercice nécessaires pour se présenter au concours. Les futur·es étudiant·es IBO pourront donc le présenter directement après leur validation du diplôme d'IDE, sans connaissance approfondie ou expérience prolongée au bloc opératoire.

3.1.2. Une formation aux pratiques avancées

Un·e infirmier·e formé·e en pratiques avancées est un·e infirmier·e expert·e, avec des connaissances théoriques et un savoir-faire qui lui permettent de mener un raisonnement clinique et de prendre des décisions complexes. Elle·Il exerce sa capacité à être reconnu·e ainsi qu'à faire autorité dans son champ d'expertise (Jovic, L. in Paillard, 2018). Tout au long de leur formation, lors des stages, des travaux d'écriture réflexive, des travaux de groupe, des mises en situation professionnelle et de la rédaction de leur Travail d'Intérêt Personnel (TIP), les élèves IBO sont donc amené·es à développer leur raisonnement clinique ainsi que les capacités qui leur permettront d'affirmer cette autorité de compétence. Ainsi, un des objectifs annoncés par l'IFIBO de Rennes est de former des professionnel·les avec une identité claire et capables de positionnement (Barbé-Olivo et al., 2016).

Le terme « positionnement » est une entrée qui ne figure pas dans le dictionnaire des concepts infirmiers (Paillard, 2018). Ailleurs, on trouve plus facilement le terme de « posture

professionnelle » définie comme : « *une façon d'être, une attitude, c'est-à-dire une façon d'aborder la chose, dans tel ou tel état d'esprit et qui va donner lieu à une série de variantes, de figures possibles, de variations dans les aléas de la temporalité* » (Donnadieu, Genthon, & Vial, 1998, p. 126). Cette posture professionnelle, souvent associée à la notion d'identité professionnelle, est le résultat d'une construction dynamique, caractérisée par le développement de compétences (Naudin et al., 2012). L'identité, quant à elle, est un « *processus complexe, dynamique, interactionnel et systémique* » à l'interface de l'intrapsychique, de la relation à autrui et du groupe (Marc & Tapia, 2006, p. 56). En ce sens, elle est assez proche du positionnement de manager hospitalier, défini comme étant « *la bonne façon d'occuper sa place de chef* », résultante d'une « *dynamique triangulaire* », qui nécessite de pouvoir analyser le contexte et d'adapter sa stratégie de communication en fonction des acteur·trices (Hart, 2000, p. 122 et 123). Le point commun de ces notions est leur aspect dynamique, l'importance qu'elles accordent au contexte et aux autres, et la capacité d'ajustement face à ces contraintes. Ainsi, pour les IBODE, la triangulation se joue entre la·le patient·e, la·le chirurgien·ne et l'environnement du bloc opératoire, et se fonde sur un socle de connaissances et une prise de recul par rapport à sa pratique professionnelle.

3.2. Une spécialisation qui vient après une expérience préalable

L'accès à la formation de spécialisation n'étant jusqu'ici possible qu'après un exercice professionnel minimum, l'expérience en tant qu'IDE faisant fonction d'IBO suppose un premier apprentissage sur le terrain. Cette première formation, conforme à l'adage « *see one, do one, teach one* » traditionnellement appliqué à la formation des professionnel·les de santé (Henneman & Cunningham, 2005), est très dépendante des équipes et donc hétérogène selon les expériences. L'immersion au bloc opératoire peut être une opportunité d'apprentissage par l'observation, le questionnement, l'explication mais également par la réalisation d'actions, qu'elles soient guidées, médiées, supervisées ou autonomes (Vadcard, 2013). Toutefois, cet apprentissage est souvent empêché par le manque d'objectifs clairs, par la peur ou l'anxiété, les sentiments d'humiliation et d'intimidation, le manque de visualisation et le manque de

possibilité de participation (Croghan, Phillips, & Howson, 2019). De plus, les hôpitaux ont besoin de personnel rapidement opérationnel au vu de l'intensification du rythme des interventions et les IBODE en place n'ont plus ou pas le temps de former correctement leurs futur·es collègues (Rouffet, 2010). Les formateur·trices se trouvent dès lors exposé·es aux réalités d'un premier apprentissage incomplet et inégal, souvent fondé sur des habitudes acquises par mimétisme. Il leur revient ainsi de le compléter par des connaissances spécifiques et de l'enrichir en travaillant le positionnement, le raisonnement clinique et la démarche réflexive des futur·es IBODE.

Pour conclure ce chapitre, nous avons vu que les IBODE sont des professionnel·les de santé spécialisé·es, qui exercent des responsabilités spécifiques, avec une expertise validée par leur diplôme, et qui travaillent au sein d'équipes pluridisciplinaires, pour différentes spécialités chirurgicales, et dans lesquelles elles peuvent exercer plusieurs rôles. Le métier d'IBODE, majoritairement exercé par des femmes, est considéré comme étant en tension, du fait de leur âge médian, des besoins importants des blocs opératoires en personnel qualifié, et du contexte de réorganisation hospitalière. Ainsi, pour y faire face, les services hospitaliers ont recours à des IDE faisant fonction d'IBO. La présence de ces dernier·es rend la spécificité du métier d'IBO moins saillant et le besoin de formation de ces IDE à leur arrivée au bloc opératoire pose la question plus générale de la formation continue des professionnel·les de santé. Cette question est rendue d'autant plus sensible par l'obligation des IBODE d'être formé·es aux actes exclusifs d'ici la fin de l'année 2021. A ce besoin de formation continue, s'ajoutent les réformes de la formation initiale en vue de son universitarisation. En particulier, le changement dans le recrutement à l'entrée de l'IFIBO, à la suite du diplôme d'IDE sans nécessité d'exercice préalable, va changer le profil des élèves et va demander une adaptation à ce nouveau public. En effet, la formation initiale vise à former des professionnel·les non seulement compétent·es sur le plan technique, mais également capables de se positionner dans leur rôle, et d'affirmer leur autorité de compétence auprès des autres professionnel·les de santé intervenant au bloc opératoire. Ainsi, au vu des contraintes et des évolutions du métier, se joue un véritable enjeu autour de la formation initiale et continue des IBODE. La question se pose alors du contenu de la formation et plus précisément, des compétences spécifiques des IBODE.

CHAPITRE 2 – LES COMPETENCES DES IBODE

1. Compétences techniques

Du fait de la diversité de leurs activités et de la variabilité des rôles que peuvent endosser les IBODE, leurs compétences sont très étendues. En France, le référentiel en vigueur au 1^{er} janvier 2017 définit 9 grandes compétences, présentées dans le Tableau 4 (Ministère des Affaires Sociales et de la Santé, 2016) :

Tableau 4 – Compétences des IBODE (référentiel du 1 janvier 2017)

1	Concevoir et mettre en œuvre des modes de prise en charge des personnes adaptés aux situations rencontrées au bloc opératoire et secteurs associés
2	Conduire une démarche qualité et de prévention des risques
3	Gérer le risque infectieux dans les secteurs interventionnels et le service de stérilisation
4	Organiser et coordonner les activités de soins liées au processus péri-opératoire
5	Mettre en œuvre des techniques et des pratiques en per et post-opératoire immédiat
6	Mettre en œuvre des techniques complexes d'assistance chirurgicale
7	Former et informer les professionnel·les et les personnels en formation
8	Rechercher, traiter et analyser des données professionnelles et scientifiques
9	Évaluer et améliorer les pratiques professionnelles

Par ailleurs, des travaux réalisés sur le thème de la gestion de la sécurité des patient·es et de leur douleur par des IBODE font émerger un nombre conséquent d'habiletés et de compétences, représentées dans la Figure 6 (Ingvarsdottir & Halldorsdottir, 2017). Parmi celles-ci, on peut remarquer la distinction entre compétences techniques (CT ou TS pour Technical Skills) et compétences non techniques (CNT ou NTS pour Non Technical Skills).

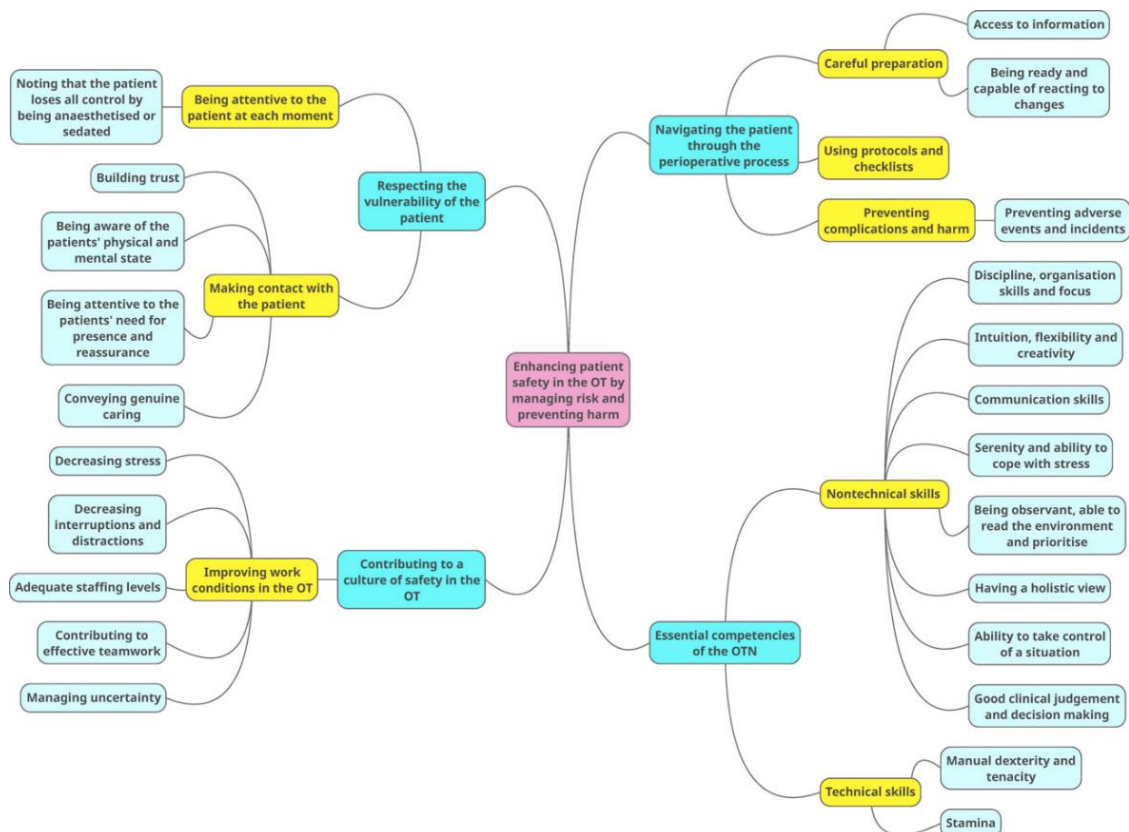


Figure 6 – Habiletés et compétences évoquées par les IBODE pour la sécurité des patient·es (Ingvarsdottir & Halldorsdottir, 2017)

Ces deux grandes catégories vont être détaillées dans les paragraphes suivants, mais on peut d'ores et déjà présenter ce qu'elles recouvrent dans le contexte du bloc opératoire, que ce soit pour les chirurgien·nes, les anesthésistes ou les IBODE (Tableau 5) (Zenatti & Yule, 2017).

Tableau 5 - Compétences techniques et non-techniques au bloc opératoire (extrait et adapté de Zenatti et Yule, 2017)

Compétences techniques			Compétences non-techniques	
Compétences motrices, dextérité	Connaissances, Concepts	Compétences procédurales	Compétences cognitives	Compétences sociales ou interpersonnelles

Ainsi, les CT au bloc opératoire recouvrent les compétences motrices et la dextérité comme la précision, la fluidité et la rapidité des gestes. Elles recouvrent également les connaissances théoriques et les concepts, mais aussi les compétences procédurales, comme le déroulé opératoire ou la mise en œuvre des dispositifs médicaux. Afin de permettre leur évaluation à partir de comportements observables, des outils de mesure des CT pour les professionnel·les de santé qui interviennent au bloc opératoire ont été créés (Aggarwal et al., 2007 ; Carthey et al., 2003 ; Fried & Feldman, 2008).

Pour les IBODE, l'ICATS-N (Imperial College Assessment of Technical Skills for Nurses) a ainsi été spécifiquement élaboré comme outil de mesure de ces compétences (Sevdalis et al., 2009) (voir Tableau 6). A notre connaissance, il n'existe pas de version française validée de cet outil.

Ces compétences techniques, bien que nécessaires et indispensables, ne sont pas suffisantes pour être performant·es au bloc opératoire. En effet, la réussite d'une intervention chirurgicale n'est due qu'à 25 % aux compétences techniques des intervenants (Spencer, 1978). Ces dernières doivent donc être complétées par des compétences qualifiées de non techniques (CNT).

Tableau 6 - Compétences techniques spécifiques des IBODE et exemples de comportements observables selon l'ICATS-N (extrait et traduit de Sevdalis et al., 2009, p. 1190)

Compétence	Exemples d'observables
Habillage et Gantage	Habillage de la casaque et gantage par procédure fermée
	Position des mains gantées : croisées à mi-poitrine
	Fermeture de la casaque à l'arrière grâce à l'étiquette relais cartonnée
Préparation de l'instrumentation	Mise en place de l'espace de travail
	Identification et comptage des instruments individuellement avec la·le circulant·e
	Comptage des textiles par paquet de 5, en s'assurant de la présence du marquage radio-opaque ou d'un lien marqué.
	Disposition des lames dans un dispositif adapté aux coupants tranchants
	Préparation des tampons pour la désinfection cutanée
Drapage	Drapage réalisé par 2 personnes
	Main saisissant le drapage par le dessus, sans le laisser trainer (maintien du drapage).
	Ouverture de l'emballage du drapage de façon aseptique.
	Drape les deux côtés latéraux en premier, suivi par celui du bas et termine par celui du haut
Maintien du champ stérile	Tend les instruments à la·au chirurgien·ne de façon aseptique sans toucher l'extrémité fonctionnelle
	Anticipe les besoins de la·du chirurgien·ne (ex : Pince-pince-ciseaux-ligature – aspiration - tampons ou compresses plus gros)
	Maintien le contrôle de l'instrumentation et des textiles souillés, par ex. aucun instrument ne reste posé sur la·le patient·e
	Posture et mouvement : quand fait face à la table d'instrumentation, garde un contact visuel du déroulement de l'intervention.

2. Compétences non techniques (CNT)

2.1. Définition et origine du concept

Les auteurs du champ théorique dans lequel s'inscrit cette thèse définissent les CNT comme : *« la résilience et l'expertise indispensables pour permettre le bon fonctionnement de systèmes techniques imparfaits dans des environnements menaçants »* (Flin, O'Connor, & Crichton, 2008, p.3, notre trad.). Ultérieurement, Flin précise que les CNT *« protègent contre les faillibilités humaines et les événements indésirables qui en découlent. Il ne s'agit pas de comportements nouveaux ou mystérieux. En fait, elles représentent ce que les travailleurs les plus sûrs et les plus efficaces font de façon constante, et que le reste d'entre nous fait " dans les bons jours " . Elles contribuent à réduire le nombre d'erreurs, à mieux les repérer et à permettre une intervention plus efficace lorsqu'un problème opérationnel survient »* (Flin, 2013, p. 2, notre trad.).

Partant du principe que l'erreur est humaine et qu'elle ne peut donc pas être totalement éliminée (Kohn et al., 1999), Flin et collaborateurs ont identifié 7 CNT principes offrant ainsi une grille de lecture utilisable pour tout secteur d'activité dans lequel le travail en équipe et la sécurité sont en jeu, afin d'améliorer les performances et de limiter les risques (Flin et al., 2008). En effet, selon le Modèle du Fromage Suisse ou Swiss Cheese Model (SCM, Reason, 1991), les accidents résultent bien souvent de la combinaison de défaillances latentes, elles-mêmes conséquences de décisions organisationnelles ou d'erreurs actives, potentialisées par un sous-effectif, un surcroît de fatigue, des problèmes techniques, des objectifs contradictoires et/ou un manque de communication, par exemple. Ainsi, les accidents ou incidents ne sont pas uniquement la conséquence d'une défaillance professionnelle technique au sens strict, mais d'un cumul de défaillances techniques et non techniques.

2.2. Lien entre évènements indésirables graves et CNT

Dans le contexte hospitalier, les évènements indésirables graves associés aux soins (EIG) sont définis comme « *des atteintes cliniques ou paracliniques non souhaitées et associées à la mise en œuvre de soins* » (Direction de la Recherche, des Études, de l'évaluation, et des Statistiques, 2011, p. 17). La fragilité ou le comportement des patient·es peuvent contribuer à la survenue d'évènements indésirables. Néanmoins « *les facteurs systémiques, les défaillances individuelles, les défauts de supervision des collaborateurs juniors, et les manques de communication entre professionnels sont les plus fréquemment retrouvés à la survenue de tous les EIG pendant l'hospitalisation* » (Direction de la Recherche, des Études, de l'évaluation, et des Statistiques, 2011, p. 104). Depuis 2004, et tous les 5 ans, l'Enquête Nationale sur les Evènements Indésirables graves associés aux Soins (ENEIS) montre que 10 % des évènements indésirables graves évitables surviennent au bloc opératoire ou en salle de surveillance, et que la prise en compte du facteur humain concernant les professionnel·les de santé nécessite de développer des méthodes de travail spécifiques (Direction de la Recherche, des Études, de l'évaluation, et des Statistiques, 2011).

Cammarano, Jiang & Schnatz (2016) ont suggéré plusieurs facteurs explicatifs. Tout d'abord, une structure hospitalière hiérarchique composée de leaders perçu·es comme infaillibles et pour qui l'erreur est associée à un échec ou une défaillance personnelle. Ils soulignent également les difficultés de communication entre soignant·es dues à de nombreuses barrières : éducatives (étudiant·es en médecine et élèves infirmier·es ne sont pas formé·s à communiquer ensemble), psychologiques (idée de tribu) et/ou organisationnelles (nombreux professionnel·les autour du patient, hiérarchie médicale). Ces difficultés sont accentuées par les nouvelles organisations hospitalières, la pénurie d'IBODE, l'évolution des technologies et la mise en œuvre des démarches qualité (Rouffet, 2010).

2.3. *CNT spécifiques au bloc opératoire*

Comme indiqué précédemment, les CNT se subdivisent en deux catégories :

- Les CNT cognitives, qui relèvent de la conscience de la situation et de la prise de décision.
- Les CNT interpersonnelles ou sociales qui relèvent de la communication, du travail d'équipe et du leadership.

Toutes sont impactées et modulées par la gestion de la fatigue et la gestion du stress (voir Tableau 7).

Tableau 7 – CNT princeps (extrait et traduit de Flin et al., 2008, p. 11)

Compétences	Détails
Conscience de la situation	<ul style="list-style-type: none"> - collecte ou prise d'information - interprétation des informations - anticipation des états futurs
Prise de décision	<ul style="list-style-type: none"> - définition du problème - analyse des différentes options - sélection et mise en œuvre d'une option - évaluation du résultat
Communication	<ul style="list-style-type: none"> - émission d'informations claires et concises - contexte et intention présents dans l'échange d'information - réception d'informations, en particulier par l'écoute - identification et résolution des freins à la communication
Travail d'équipe	<ul style="list-style-type: none"> - soutien des membres de l'équipe - résolution de conflits - échange d'informations - coordination des activités
Leadership	<ul style="list-style-type: none"> - usage de l'autorité - maintien des standards - planification et priorisation - gestion de la charge de travail et des ressources
Gestion du stress	<ul style="list-style-type: none"> - identification des symptômes de stress - reconnaissance des effets du stress - mise en place de stratégies de coping
Gestion de la fatigue	<ul style="list-style-type: none"> - identification des symptômes de fatigue - reconnaissance des effets de la fatigue - mise en place de stratégies de coping

Ces CNT princeps ont été déclinées et adaptées pour plusieurs secteurs d'activité à commencer par l'aviation avec le NOTECHS (Non-Technical Skills System) (Flin et al., 2003). Puis certains secteurs à risque tels que le nucléaire (Crichton & Flin, 2004), la pétrochimie (Moffat & Crichton, 2015) et les professionnel·les de santé au bloc opératoire les ont adaptées afin d'améliorer et sécuriser leurs interventions. Parmi ces derniers, les anesthésistes puis les chirurgien·nes ont ainsi fait l'objet d'observations et d'analyses afin de définir les CNT spécifiques à chaque métier et de détailler chacune d'entre elles (Fletcher et al., 2004 ; Yule et al., 2006). Les taxonomies issues de ce travail permettent ensuite de réaliser des évaluations et également de définir des axes de formation spécifiques (Youngson, 2011). Pour les anesthésistes, l'ANTS (Anaesthetists' Non-Technical Skills) (Fletcher, 2003), et pour les chirurgien·nes, le NOTSS (Non-Technical Skills for Surgeons) (Yule et al., 2008) sont ainsi directement issus du NOTECHS. Par la suite, ces taxonomies ont été adaptées à différents contextes pour les rendre plus spécifiques, selon le pays ou la spécialité chirurgicale : l'ANTSdk et le NOTSSdk pour le Danemark (Jepsen, Spanager, Lyk-Jensen, Dieckmann, & Østergaard, 2015 ; Spanager et al., 2012), l'Oxford NOTECHS pour la Grande-Bretagne (Mishra, Catchpole, & McCulloch, 2009), le Trauma-NOTECHS pour la traumatologie (Steinemann et al., 2012), le Behavioural Marker System for assessing Neurosurgical Non-Technical Skills BMS-NNTS pour la neurochirurgie (Michinov et al., 2014), ou le Medical Students' Non-Technical Skills (Medi-StuNTS) pour les étudiants en médecine dans des services soins intensifs (Hamilton, Kerins, MacCrossan, & Tallentire, 2019), pour ne citer que quelques exemples. Mais d'autres systèmes d'évaluation ont également été développés sans référence à la taxonomie NOTECHS, comme l'Ottawa Global Rating Scale (Kim et al., 2006) et l'Ottawa CRM checklist (Kim et al., 2009), par exemple, qui mesurent la performance des équipes de réanimation.

2.4. CNT spécifiques des IBODE

2.4.1. Présentation des CNT des IBODE

Pour définir les CNT spécifiques des IBODE, des travaux ont été réalisés à partir de revues de la littérature, d'observations et d'entretiens (Mitchell et al., 2011). Les CNT retenues sont la conscience de la situation, la communication et le travail en équipe, ainsi que la gestion des tâches (Mitchell et al., 2012). Elles ont été rassemblées et détaillées dans le SPLINTS (Scrub Practitioners' List of Intraoperative Non-Technical Skills) et accompagnées d'exemples de comportements observables (Mitchell et al., 2013) (cf. détails présentés dans le Tableau 8). Des mesures d'acceptabilité, d'utilisabilité et de validité du SPLINTS ont été menées auprès d'IBODE concluant de son intérêt en l'absence de formation aux compétences non techniques dans leur cursus (Mitchell et al., 2011).

Tableau 8 - CNT des IBODE et exemples d'observables (extrait et traduit de Scrub Practitioners' List of Intraoperative Non-Technical Skills (SPLINTS), 2010, p. 9-13)

Compétence	Détail	Exemple de bon comportement	Exemple de mauvais comportement
Conscience de la situation	Collecter les informations	Regarde la procédure chirurgicale	Se focalise sur une tâche
	Reconnaitre et comprendre les informations	Réagit aux signaux conversationnels échangés entre les membres de l'équipe	Ne cherche pas à obtenir d'éclaircissements face à des demandes imprécises
	Anticiper l'évolution de la situation	Demande de l'équipement à la personne appropriée avant que la·le chirurgien·ne n'en ait besoin	Attend qu'un problème prévisible survienne avant de demander l'instrumentation ou l'équipement requis
Communication et travail en équipe	Agir avec assertivité	Donne des instructions claires et précises	Adopte une attitude de subordination lorsqu'un une réponse plus vigoureuse s'impose
	Echanger les informations	Vocalise ce qui est donné à la·au chirurgien·ne pour confirmer la demande ou lorsqu'une solution alternative est disponible	Utilise la communication non verbale lorsque une clarification verbale est plus appropriée
	Se coordonner avec les autres	Priorise plusieurs requêtes simultanées des membres de l'équipe	Ne partage pas l'information sur l'évolution du programme chirurgical
Gestion des tâches	Planifier et préparer	Est prêt·e à intervenir, ne fais pas attendre l'équipe inutilement	Montre des difficultés à localiser les équipements requis
	Rappeler et assurer le respect des règles	Suit les règles du bloc opératoire et encourage les autres à faire de même	Ne vérifie pas les réglages des équipements ou se repose sur les autres pour le faire
	Gérer la pression	Maintien d'un ton de voix régulier, différent pour signaler une urgence (mais sans panique)	Élève la voix inutilement

Parmi les compétences de type cognitif du SPLINTS, on trouve la conscience de la situation avec ses trois niveaux : collecter les informations, reconnaître et comprendre les informations et anticiper l'évolution de la situation. Parmi les compétences sociales ou interpersonnelles, on trouve la communication et le travail en équipe dont les grandes composantes sont : agir avec assertivité, échanger les informations et se coordonner avec les autres. Enfin, avec des composantes sociales (rappeler et assurer le respect des règles, et gérer la pression) et cognitives (planifier et préparer), se trouve une dernière compétence dénommée gestion des tâches.

Des études complémentaires ont permis d'identifier d'autres facteurs impactant les CNT des IBODE, en plus du stress et de la fatigue : des facteurs individuels, comme la connaissance tacite de ces compétences, des facteurs environnementaux, comme le degré de familiarité au sein de l'équipe, l'asymétrie des statuts, la durée de l'intervention, les changements de circulante, le nombre de sorties du bloc de l'IBODE et le nombre de sorties du bloc de la du circulant·e., et enfin, des facteurs cliniques, comme les mesures d'acuité de la du patient·e (Kang et al., 2015 ; McClelland, 2018 ; Neyens et al., 2019).

Le tableau 9 présente une comparaison des taxonomies NOTSS, ANTS et SPLINTS (Flin, 2013).

Tableau 9 – Comparaison des 3 principales taxonomies des NTS au bloc opératoire adaptées du NOTECHS (extrait et traduit de Flin, 2013, p. 3-5-6)

Anesthésiste	Chirurgien·ne	IBODE
ANTS	NOTSS	SPLINTS
Gestion des tâches		Gestion des tâches
Planifier et préparer Prioriser Rappeler et maintenir les standards Identifier et utiliser les ressources		Planifier et préparer Rappeler et maintenir les standards Gérer la pression
Conscience de la situation	Conscience de la situation	Conscience de la situation
Collecter les informations Reconnaître et comprendre Anticiper	Collecter les informations Comprendre les informations Projeter et anticiper l'évolution de la situation	Collecter les informations Reconnaître et comprendre les informations Anticiper
Decision making	Decision making	
Identifier les options Mesurer les risques et choisir les options Réévaluer	Envisager les options Sélectionner et communiquer les options Mettre en œuvre et évaluer les décisions	
Travail d'équipe	Communication et Travail d'équipe	Communication et Travail d'équipe
Coordonner ses activités avec celles de l'équipe Echanger les informations Faire preuve d'autorité et d'assertivité Evaluer les capacités Soutenir les autres	Échanger les informations Établir une compréhension commune Coordonner les activités de l'équipe	Agir avec assertivité Echanger les informations Se coordonner avec les autres
	Leadership	
	Établir et maintenir les standards Soutenir les autres Faire face à la pression	

On peut remarquer que les formulations varient selon les métiers et que certaines compétences ne se trouvent pas au même niveau. Par exemple, une partie des habiletés détaillées dans la catégorie « *leadership* » des chirurgien·nes (organisation, planification, respect des règles et standards, gestion du stress) se retrouve dans la compétence « *gestion des tâches* » des anesthésistes et des IBODE. Quant à l'autorité ou l'affirmation de soi, elles sont présentes dans la compétence « *travail en équipe* » pour les anesthésistes et les IBODE. Un survol rapide pourrait donc laisser penser à tort que le leadership n'est associé qu'à la chirurgien·ne. Tous les auteurs ne sont pas d'accord avec cette place accordée au leadership pour les IBODE, et certains proposent de l'ajouter au SPLINTS (Redaelli, 2018). Par ailleurs, on peut noter que la conscience de la situation et la communication/travail en équipe sont communes aux trois métiers les hissant au niveau de compétences transversales des personnels au bloc opératoire.

2.4.2. Limites du concept de CNT

Le manque de clarté ou de visibilité des CNT est une des difficultés liées à ce concept, qui s'explique d'une part par sa terminologie très spécifique et très anglo-saxonne, mais également parce qu'elles sont très dépendantes du contexte dans lequel elles s'exercent ainsi que des compétences cliniques mises en jeu simultanément (Brunckhorst et al., 2015 ; Nestel et al., 2011). Certains auteurs défendent d'ailleurs l'idée d'un continuum CT-CNT plutôt qu'une opposition entre ces deux catégories (Madani et al., 2017). De plus, les CNT sont parfois comprises dans les concepts plus vastes de facteurs humains (Ives & Hillier, 2015) ou de soft skills (Abshier, 2012), ou bien confondues avec le Crisis Resource Management (CRM) (Lecomte, 2016). Ainsi, lorsque l'on regarde un modèle de fiche de poste, le référentiel d'activités ou le référentiel de compétences des IBODE, on constate que le fait d'observer, d'identifier, d'informer, de communiquer, de planifier, de proposer, d'anticiper, d'organiser, de transmettre, d'animer ou de coordonner apparaissent souvent en sous-catégories de compétences ou d'activités principales considérées comme plus techniques a priori, et non comme des compétences à part entière. Ceci fait écho à certaines critiques de la dénomination

« compétences non techniques » et de son approche par la négative qui peut induire une dévalorisation et sous-entendre qu'elles ne valent pas la peine d'être prises en compte ou de faire l'objet d'un investissement (Nestel et al., 2011). Enfin, les CNT sont parfois comprises ou sous-entendues comme faisant partie de qualités personnelles, de prérequis ou de « *qualités latentes* », comme le sentiment de responsabilité, le désir de bien travailler ou le sentiment esthétique, par exemple (Pouchelle, 2008a, p. 182).

Toutefois, pour Flin et collaborateurs, l'approche des CNT est spécifique car elle est centrée sur l'individu, en s'intéressant aux comportements observables et non à la personnalité. De plus, elle ne se limite pas au traitement des activités de routine mais inclut l'exceptionnel et enfin, les auteurs considèrent que ces compétences sont techniquement pertinentes car complémentaires aux CT : la prise de décision se fait sur des critères professionnels, et la communication est souvent à propos de points précis et techniques. Ainsi, les CNT caractérisent les grand·es professionnel·les et se révèlent des critères discriminants pour une embauche au sein d'une équipe (Flin et al., 2008).

Les CNT ne sont donc pas des compétences nouvelles, il s'agit plutôt de les mettre en évidence afin de prendre conscience de leur importance et de pouvoir développer des formations spécifiques pour la performance des soignant·es et la sécurité des patient·es, (Lecomte, 2016). Ainsi, dans la seconde partie de cette thèse, nous présentons la mise en œuvre de scénarios de formation visant à développer deux compétences non techniques pour les IBODE, la première, d'ordre cognitive, est la conscience de la situation et, et la seconde, d'ordre sociale, la communication. Nous avons priorisé ces deux CNT car elles présentent un double enjeu de sécurité, pour les patient·es tout d'abord, mais également pour la santé au travail des professionnel·les (Burke, 2019 ; Sneddon, Mearns, & Flin, 2006), et également parce qu'elles apparaissent en tête des réponses lorsqu'on demande à des IBODE de citer une qualité essentielle pour exercer ce métier (cf. Tableau 12, p. 64).

2.5. Présentation détaillée des deux CNT mises en jeu dans nos scénarios

L'analyse de la littérature nous a permis d'identifier les CNT indispensables au bloc opératoire, notamment pour le métier d'IBODE (Flin, 2004 ; Mitchell & Flin, 2008). Dans nos scénarios, deux d'entre elles seront développées : la conscience de la situation et la communication. Nous allons donc les décrire plus en détail.

2.5.1. La conscience de la situation

La conscience de la situation est une compétence cruciale au bloc opératoire car elle est non seulement nécessaire à la prise de décision, mais elle est également un des facteurs clés pour la sécurité des patient·es (Gordon, Darbyshire, & Baker, 2012). Elle est ainsi considérée comme une des compétences majeures pour la performance globale des équipes au bloc opératoire (Hull et al., 2012), et une compétence indispensable pour un leadership efficace et une communication appropriée (Flin, Youngson, & Yule, 2015).

Le modèle théorique de la conscience de la situation sur lequel s'appuient le SPLINTS, le NOTSS ou l'ANTS est le modèle cyclique d'Endsley (1995, Figure 7). Ce modèle comporte trois niveaux : 1) la perception des éléments dans la situation actuelle, 2) la compréhension de la situation actuelle, et 3) la projection dans le futur. Ce modèle précise également les facteurs pouvant impacter la conscience de la situation, comme les préjugés, les attentes, l'expérience et l'entraînement mais aussi la charge de travail et le stress. Les trois niveaux de conscience de la situation qui peuvent être résumés par : « *Quoi ? Alors quoi ? Et maintenant quoi ?* » (Flin et al., 2015, p. 69, notre trad.) précèdent la prise de décision et la mise en œuvre d'actions dont les effets impactent à leur tour la conscience de la situation (M. R. Endsley, 1995).

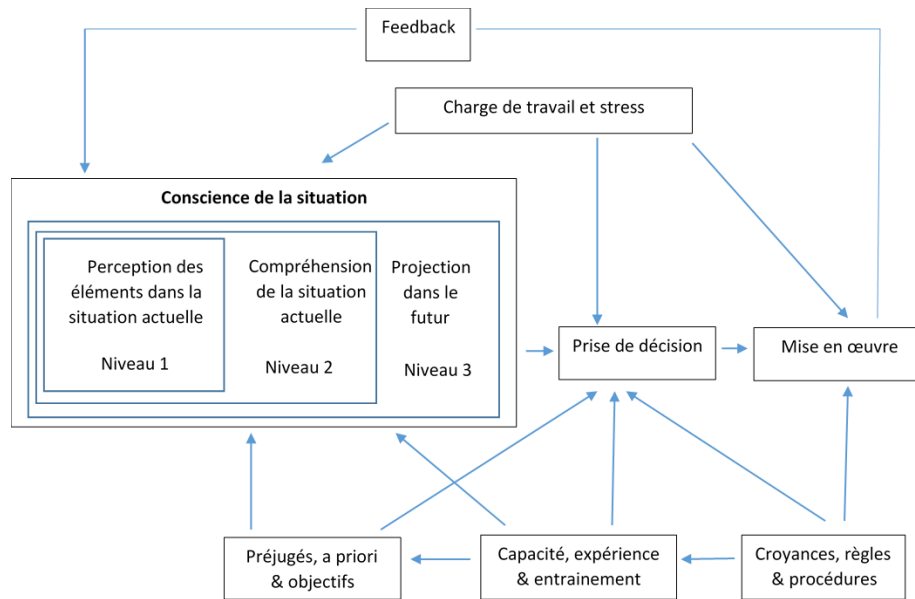


Figure 7 - Modèle de la conscience de la situation d'Endsley (1995) (extrait et traduit de Flin et al., 2008, p. 23)

Dans le SPLINTS, la conscience de la situation est également composée de trois aspects : 1) le maintien de l'attention sur les éléments sensibles de l'environnement du bloc opératoire (patient·e, équipe, temps, instrumentation et équipement) grâce à l'observation et à l'écoute, 2) la compréhension du sens des indices et des informations perçus, et 3) l'anticipation de ce qui pourrait se passer ensuite.

Plus précisément pour le premier élément (perception des informations), il s'agit de la capacité à rechercher activement des informations dans l'environnement par l'observation, l'écoute, le questionnement des membres de l'équipe, et de la capacité à reconnaître les indices présents dans le bloc opératoire, qu'il s'agisse de l'environnement général, des équipements et des personnes. Par exemple, il peut s'agir de s'assurer du consentement de la·du patient·e en préopératoire, de savoir localiser les équipements et de suivre les déplacements des personnes tout au long de l'intervention, de maintenir un contact visuel avec la procédure chirurgicale, d'effectuer des balayages visuels fréquents de l'environnement ou de collecter des informations auprès d'autres membres de l'équipe.

Le deuxième élément (compréhension) consiste à reconnaître et interpréter cette information et à la comparer aux informations ou aux connaissances antérieures afin de comprendre l'état actuel des événements. Ceci permet une gestion adéquate des priorités, de reconnaître une urgence en cas de changements soudains dans l'état de la·du patient·e ou dans le déroulé de la procédure. Des exemples d'observables qui permettent d'en attester sont la capacité à passer efficacement d'une tâche à une autre, la capacité à proposer un instrument non ou mal désigné par la·le chirurgien·ne, la manifestation de réactions face aux signaux conversationnels échangés entre les autres membres de l'équipe et la capacité d'adapter sa réponse face à la perception de changements dans le langage corporel ou le ton de voix de la·du chirurgien·ne.

Enfin, le troisième élément (anticipation) est le fait de penser avec un coup d'avance, afin de prévoir ce qui pourrait se produire ou de définir quels seront les besoins à court terme. Par exemple, il peut s'agir de la capacité à donner les instruments appropriés à la·au chirurgien·ne avant que ce·cette dernier·e ne les demande, prévoir un changement dans le déroulé opératoire ou demander un équipement à la bonne personne, avant que la·le chirurgien·ne n'en n'exprime le besoin.

La conscience de la situation consiste donc à collecter et traiter des informations prélevées dans l'environnement et à recourir aux connaissances stockées en mémoire pour leur donner du sens. Cependant, les informations ne sont pas toujours disponibles ou faciles à percevoir. En effet, au bloc opératoire, de nombreux facteurs environnementaux peuvent venir perturber ce processus comme des interruptions de tâche (Wiegmann et al., 2007), un niveau sonore élevé (Healey, Sevdalis, & Vincent, 2006) ou un stress lié à une situation d'urgence. De plus, des biais cognitifs individuels peuvent également intervenir, comme c'est le cas avec la fixation attentionnelle (Simons, 2000) ou la surdit   d'inattention (Dalton & Fraenkel, 2012).

2.5.2. La communication ouverte ou speaking up

La communication est également une compétence non technique importante pour le travail en équipe. En effet, 43 % des erreurs au bloc sont liées à un défaut de communication (Gawande, Zinner, Studdert, & Brennan, 2003), et 23 % des incidents impliquant un déficit de communication sont liés à des hésitations à partager des inquiétudes ou des informations critiques (Rabol et al., 2011). De plus, les informations échangées peuvent être inexactes ou incomplètes, et partagées à la mauvaise personne ou au mauvais moment. Ainsi, au bloc opératoire, 46 % des échecs de communication s'expliquent par un mauvais timing, 36 % par un problème de contenu, 24 % à un manque d'objectif précis, et 21 % par un souci dans la sélection du récepteur du message (Lingard et al., 2004).

Dans le SPLINTS (*Scrub Practitioners' List of Intraoperative Non-Technical Skills (SPLINTS)*, 2010), la communication est associée au travail en équipe. Ces deux compétences liées sont présentées comme la capacité à partager des informations, des connaissances et des objectifs afin d'assurer une bonne compréhension entre les membres de l'équipe et faciliter le bon déroulement de l'intervention chirurgicale. Cette compétence est illustrée par trois capacités : 1) agir avec assertivité, 2) échanger des informations et 3) se coordonner avec les autres.

L'assertivité, proche de la notion d'affirmation, de soi, est définie comme l'expression socialement acceptable des droits et des sentiments d'une personne (Wolpe & Lazarus, 1966, dans Eisler, Miller, & Hersen, 1973). Ainsi, se comporter avec assertivité recouvre la capacité à dire non, à poser des questions, à exprimer des sentiments positifs et négatifs et à amorcer, poursuivre et clore une conversation (Lazarus, 1973). Plus précisément, dans le SPLINTS, agir avec assertivité consiste à s'appuyer sur un niveau approprié de confiance en soi pour pouvoir demander des éclaircissements, faire un commentaire ou un point, et être capable d'adapter son mode de communication pour un travail d'équipe efficace. Par exemple, il peut s'agir de demander des explications en cas d'écart avec le protocole ou la procédure chirurgicale, de donner des instructions précises et de faire des demandes claires, de faire preuve de leadership

quand nécessaire, d'adapter son mode de communication et son ton en fonction des circonstances, et d'être capable d'admettre ses propres limites.

La capacité à échanger des informations, quant à elle, renvoie à la faculté de savoir chercher des informations suffisamment détaillées et à les transmettre aux autres afin d'arriver à un niveau de compréhension commun au sein de l'équipe, et participer à la construction d'un modèle mental partagé (Mathieu et al., 2000). Ceci passe, par exemple, par le fait de vocaliser tout ce qui est donné à la·au chirurgien·ne pour confirmer sa demande ou proposer une alternative, de confirmer l'exactitude des décomptes ou de signaler un manque au moment opportun, ou bien d'utiliser la communication non verbale quand nécessaire.

Enfin, le troisième élément, la coordination avec les autres, est l'aptitude à interagir et travailler en équipe en partageant pensées ou idées et en collaborant aux différentes tâches, de façon à permettre un déroulement fluide de l'intervention chirurgicale. Cela peut se traduire par le fait d'informer les membres de l'équipe d'un changement prévisible dans la procédure, de prioriser les demandes simultanées, de suggérer d'autres options ou alternatives, d'intervenir de façon appropriée lors d'une interruption due à un tiers, de proposer de l'aide, un conseil ou une assistance aux autres, et d'accuser verbalement réception des demandes.

Il existe deux grands modèles de communication : la communication unidirectionnelle ou à sens unique par laquelle l'émetteur envoie un message à un ou plusieurs récepteurs, et la communication bidirectionnelle, aussi appelée communication en boucle fermée (closed-loop communication), dans laquelle le récepteur confirme à l'émetteur qu'il a bien reçu et compris son message (Flin et al., 2008). Au bloc opératoire, les modes de communication visent à réduire les tensions et à maintenir une cohésion d'équipe mais ils sont parfois complexes et subtiles (Lingard et al., 2002). Des techniques de communication structurées, issues du CRM, ont été conçues afin de faciliter le travail d'équipe chez les professionnel·les de santé. Parmi ceux-ci, on trouve le SAED (Situation, Antécédents, Évaluation, Demande) de l'HAS (Haute Autorité de Santé, 2014), ou des outils issus du TeamSTEPPS comme le CUSS (Concerned, Uncomfortable, Serious, Stop), le DESC (Je Décris la situation, j'Exprime mon ressenti, je

Suggère une alternative, j'évalue les Conséquences) ou le Two-Challenge Rule (Agency for Healthcare Research and Quality, 2014 ; Flin et al., 2015).

Il existe aussi la communication ouverte (*speaking up*), issue du management et du monde de l'entreprise, qui est définie comme la capacité à se faire entendre ou à exposer son point de vue avec fermeté et autorité (Wolfe Morrison & Milliken, 2003). Okuyama et collaborateurs (2014) ont adapté pour les soignant·es hospitalier·es le modèle de la communication ouverte proposé par Morrison (2011). Dans ce contexte, cette dernière est définie comme la communication explicite d'informations critiques liées à une tâche (opinions, doutes, suggestions) afin d'améliorer la qualité et la sécurité des soins (signaler une faute d'asepsie, par exemple). En s'appuyant sur la définition du *speaking up* appliquée au contexte de l'aviation (Bienefeld & Grote, 2012), Flin et collaborateurs (2015) précisent qu'il s'agit d'une communication ascendante dirigée par des personnes de statut inférieur au sein de l'équipe, et d'une équipe à l'autre, qui remettent en question le *statu quo* afin d'éviter ou d'atténuer les erreurs. Cette définition de la communication ouverte est très proche de l'élément « agir avec assertivité » de la compétence « communication et travail en équipe » du SPLINTS. En effet, elle est définie comme la capacité à recourir à « *un niveau de confiance approprié pour demander des éclaircissements, se faire une opinion et adapter sa propre façon de communiquer* » (*Scrub Practitioners' List of Intraoperative Non-Technical Skills (SPLINTS)*, 2010, p. 10, notre trad.)

Comme explicité par le modèle d'Okuyama pour les professionnel·les de santé (cf. Figure 8), la communication ouverte est motivée par la volonté de protéger les patient·es et de garantir la sécurité des soins. Cette motivation peut être modulée par les risques perçus pour les patient·es et par toute incertitude liée à une ambiguïté dans la situation. Par ailleurs, des facteurs contextuels peuvent influencer sur la communication ouverte, tels que le soutien de l'administration de l'hôpital, ou le climat de sécurité qui règne au sein de l'équipe : valorisation du rôle de chacun, et incitation à poser des questions. Quant aux facteurs individuels, ils se traduisent par des expériences antérieures positives, un sens des responsabilités élevé vis-à-vis

des patient·es, une forte identification à son rôle de professionnel·le, ou bien une confiance avérée dans ses compétences communicationnelles. L'ensemble de ces facteurs interagissent sur la perception de sécurité ou de coût éventuel d'une intervention orale pour les soignant·es eux-mêmes. Ainsi, elles·ils peuvent appréhender des conséquences négatives et craindre des répercussions sur leur carrière, en anticipant des réactions désagréables des membres de l'équipe. Elle·Ils peuvent également craindre de paraître incompetents ou de générer un conflit. Enfin, elles·ils risquent d'avoir une mauvaise perception de l'efficacité de leur intervention et ressentir notamment une impression de futilité, d'être ignoré ou de ne pas avoir leur mot à dire au sein de l'équipe. Au vu de l'ensemble de ces facteurs, les soignant·es peuvent choisir de s'exprimer oralement ou non, ou bien d'avoir recours à des stratégies pour pallier aux freins perçus (ex. reporter ultérieurement la résolution du problème, avoir recours à une aide en faisant intervenir un tiers) (Abdo & Ravert, 2006 ; Landgren et al., 2016 ; Okuyama, Wagner, & Bijnen, 2014).

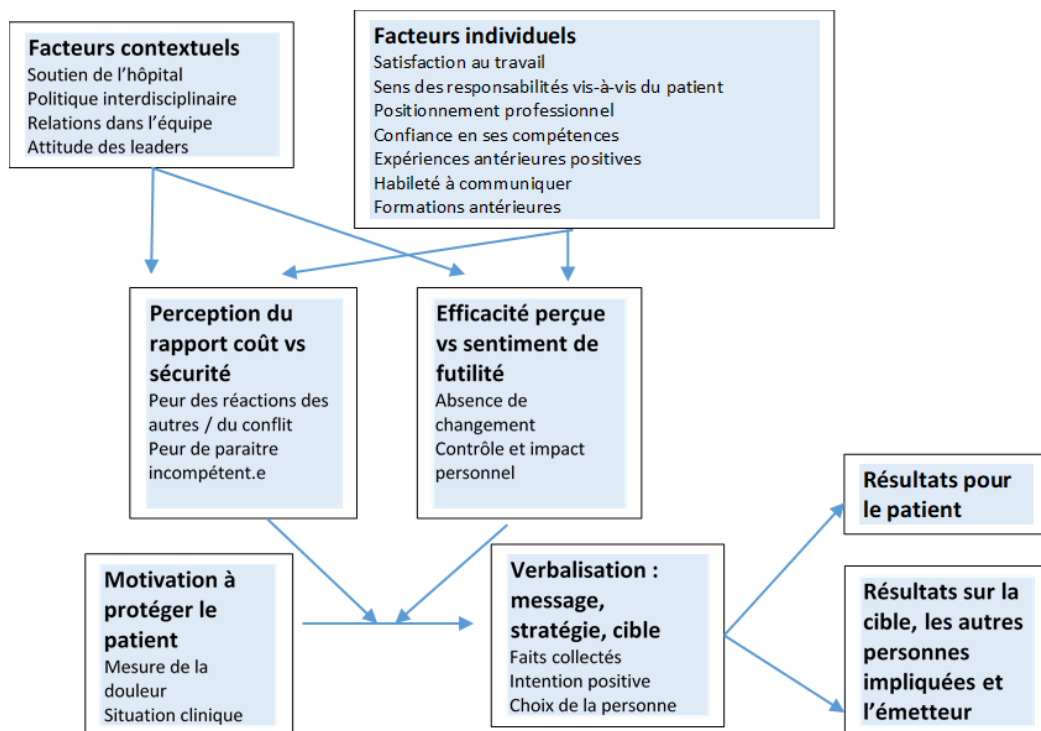


Figure 8 – Modèle de communication ouverte pour les professionnel·les de santé (d'après Okuyama et al., 2014)

Après avoir mis en évidence l'importance des CNT, en complément des compétences techniques et de les avoir présentées, de façon globale et plus détaillée pour deux d'entre elles, nous avons recueilli les représentations des IBODE sur les CNT dans une enquête réalisée au sein d'un service d'un CHU. En effet, notre analyse de la littérature est majoritairement issue d'études anglo-saxonnes, réalisées dans des pays dans lesquels le métier et les rôles exercés peuvent être différents. Il nous donc a semblé important de recueillir les CNT perçues comme importantes sur le terrain, en France.

3. Etude préalable sur les représentations des CNT auprès d'IBODE en exercice

3.1. Participantes et procédure

Des entretiens ont été réalisés avec 10 IBODE et 3 IDE faisant fonction exerçant au sein d'un même service hospitalier (grille d'entretien en Annexe 2). L'objectif de ces entretiens était de cerner leur propre représentation de leur propre activité, et ceci autour de 3 thématiques : 1) le métier et les qualités requises pour son exercice, 2) les CNT spécifiques identifiées et leur formation, et 3) l'évocation d'une situation problématique en lien avec ces compétences.

Ces entretiens se sont déroulés au laboratoire MediCIS, de décembre 2017 à juin 2018, à l'issue des tests d'acceptabilité de l'environnement virtuel. La durée moyenne de ces entretiens était de 5 minutes ($ET=1.50$, $min=2.33$, $max=6.50$). Les IBODE, toutes des femmes, étaient âgées en moyenne de 45 ans, et les IDE, toutes des femmes également, de 33 ans. L'âge et l'ancienneté pour chaque catégorie sont présentés dans le tableau 10.

Tableau 10 – Présentation des participantes aux entretiens selon leur niveau de diplôme

	IBODE (n=10)			IDE (n=3)		
	Moyenne	Ecart-type	Min-Max	Moyenne	Ecart-type	Min-Max
Age	44.70	5.84	31-54	33.00	6.56	26-39
Ancienneté	11.05	8.05	0.50-20	3.50	2.18	1-5

3.2. Définition du métier et qualités requises

Lors de la première partie de l'entretien, deux questions concernant leur métier étaient posées aux IBODE et IDE : « Qu'est-ce qu'un·e IBODE ? Quelles sont pour vous les qualités d'un·e IBODE ? ». Les Tableaux 11 et 12 présentent une synthèse des réponses apportées à ces deux questions.

Les réponses montrent tout d'abord que l'IBODE a la responsabilité de la sécurité des soins apportés aux patient·es, mais aussi de l'ensemble de l'intervention (déroulement, instruments, dispositifs médicaux) et des membres de l'équipe présente au bloc opératoire (8/13). Elle se caractérise également par le fait qu'elle·il exerce en collaboration avec la·le chirurgien·ne ou un·e collègue, au sein d'une équipe (5/13), par la pluralité de ses rôles (4/13), et par le suivi d'une formation spécifique (2/13). Enfin, la métaphore du chef d'orchestre est proposée pour illustrer la complexité du rôle de l'IBODE au sein du bloc opératoire (2/13).

Tableau 11 – Synthèse des réponses sur la définition du métier d'IBODE

Une IBODE, c'est ...	Réponse donnée par
Un·e garant·e de la sécurité du patient, de l'intervention, de son environnement et des personnes	IBODE 1, IBODE 3, IBODE 4, IBODE 5, IBODE 11, IBODE 13, IDE 1, IDE 2
Un·e infirmier·e qui travaille en collaboration, dans une équipe	IBODE 7, IBODE 8, IDE 1, IDE 2, IDE 3
Un·e infirmier·e avec plusieurs rôles (circulant·e, instrumentiste ou aide chirurgical·e)	IBODE 5, IBODE 6, IBODE 8, IDE 1
Un·e infirmier·e formé·e	IBODE 1, IBODE 11
Un·e chef·fe d'orchestre	IBODE 4, IBODE 8

La première qualité évoquée pour un·e IBODE est la rigueur (8/13). La seconde est l'attention et la vigilance, qu'il s'agisse de soi, des membres de l'équipe, de la·du patient·e ou de l'environnement (6/13). Ensuite, les IBODE et IDE interrogées mentionnent la capacité à anticiper l'évolution de la situation (5/13), ainsi que des qualités de communication, de pédagogie et de positionnement (5/13) associées à des capacités de disponibilité et d'adaptabilité (5/13). Un·e IBODE doit également faire preuve de dynamisme, d'endurance, d'efficacité (4/13), et d'organisation (3/13). Enfin, elle·il doit savoir gérer son stress (1/13).

Tableau 12 – Synthèse des réponses sur les qualités requises pour une IBODE

Qualité	Réponse donnée par
Rigueur	IBODE 3, IBODE 5, IBODE 6, IBODE 7, IBODE 8, IBODE 11, IBODE 12, IDE 2
Attention, vigilance	IBODE 3, IBODE 5, IBODE 7, IBODE 11, IBODE 13, IDE 2
Anticipation	IBODE 6, IBODE 7, IBODE 11, IBODE 12, IDE 3
Communication, pédagogie, positionnement	IBODE 3, IBODE 8, IBODE 11, IBODE 13, IBODE 14
Dynamisme, forme physique, efficacité	IBODE 3, IBODE 5, IBODE 7, IDE 1
Adaptabilité	IBODE 1, IBODE 11, IDE 1
Organisation	IBODE 8, IBODE 14, IDE 3
Ouverture d'esprit, disponibilité	IBODE 3, IDE 2
Gestion du stress	IDE 1

3.3. Les CNT évoquées par les IBODE

Lors de la deuxième partie de l'entretien, deux questions concernant les CNT étaient posées aux participantes : « Pour vous, qu'évoque le terme de CNT ? Avez-vous déjà suivi une formation sur ce sujet ? ». Le Tableau 13 présente une synthèse des réponses apportées à ces questions.

Le terme de CNT évoque principalement des compétences relationnelles ou de communication (8/13), bien que la plupart des participantes n'aient jamais entendu ce terme (7/13) et qu'il vienne heurter leur conception du métier, plutôt associé à un savoir technique, au « Faire » (5/13). Certaines font néanmoins le lien avec la terminologie du « Savoir-être » (4/13). Ce terme évoque également la notion de gestion du stress ou de l'urgence (4/13) et de travail en équipe (3/13). Enfin, il est associé pour certaines au professionnalisme (1/13) et à la capacité d'anticiper (1/13). Pour ce qui est des formations, la plupart des participantes affirment

ne pas en recevoir sur ce sujet (7/13), ou très peu (1/13), ou bien être formées par l'expérience du quotidien (3/13).

Tableau 13 - Synthèse des réponses sur la définition des CNT et la formation

CNT, cela évoque...	Réponse donnée par
Compétences relationnelles, communication	IBODE 4, IBODE 6, IBODE 8, IBODE 11, IBODE 12, IBODE 14, IDE 1, IDE 2
Terme jamais entendu	IBODE 3, IBODE 11, IBODE 12, IBODE 13, IBODE 14, IDE 1, IDE 3
On est dans le faire, dans le technique	IBODE 3, IBODE 6, IBODE 7, IBODE 12, IBODE 13
Savoir-être, comportement	IBODE 1, IBODE 6, IBODE 7, IBODE 8
Gestion du stress, de l'urgence	IBODE 7, IBODE 8, IDE 1, IDE 3
Travail en équipe	IBODE 5, IBODE 6, IBODE 11
Professionnalisme	IBODE 3
Anticipation	IBODE 6
Formation	Réponse donnée par
Pas de formation	IBODE 6, IBODE 7, IBODE 8, IBODE 14, IDE 1, IDE 2, IDE 3
Formation par l'expérience	IBODE 1, IBODE 5, IBODE 7
Très peu de formation	IBODE 4

3.4. Mise en œuvre des CNT

Lors de l'entretien, notre dernière demande concernait la mise en œuvre des CNT, avec deux questions : « A votre avis, dans quelles situations ces compétences sont-elles importantes au bloc opératoire ? Avez-vous un exemple de situation avec un lien entre évènement problématique (ou évènement indésirable) et les CNT ? ».

Certaines réponses à la première question sont restées très générales : « ce sont des compétences importantes tout le temps » (IBODE 8) ou « c'est une question de tous les jours » (IBODE 14). Parfois, elles étaient évoquées en lien avec une situation très précise. Dans ce cas, elles nous permettaient alors de voir en creux des situations ou d'imaginer des pistes de scénario de formation. Une synthèse est présentée dans le Tableau 14.

Les difficultés liées à la communication et au travail en équipe sont celles qui sont le plus souvent évoquées (9/13). Elles peuvent aussi bien concerner le contenu du message, la façon de l'émettre ou de le recevoir, que l'une de ses finalités, à savoir la construction d'un modèle mental partagé au sein de l'équipe (Mathieu et al., 2000). La conscience de la situation est invoquée avec les perturbateurs externes (bruit, interruption de tâche) mais aussi avec l'anticipation et la connaissance de l'environnement (6/13). Enfin, la gestion des tâches qui inclue la gestion du stress est également mentionnée (5/13), moins en lien avec des situations précises, mais plutôt sous la forme d'une demande de préparation à la rencontre avec des situations d'urgence ou dégradées.

Tableau 14 - Exemples ou suggestions de situations en lien avec les CNT (SPLINTS)

CNT	Exemples ou suggestions de situation par les IBODE
Communication/ Travail d'équipe	<ul style="list-style-type: none"> • « Les transmissions orales ou écrites qui ne fluidifient pas le travail. » • « Le manque de transmission. » • « Le chirurgien peut avoir intitulé son intervention d'une certaine façon. Pour lui, c'est clair mais on ne va pas avoir anticipé sur ce à quoi lui pensait. Parce qu'il y a beaucoup de choses qui sont écrites, mais il y a aussi des "habitudes". » • « On demande que les chirurgiens remplissent des fiches et ils ne le font pas. Donc des choses un peu techniques ou différentes, on ne va pas les avoir. Ça ne permet pas d'anticiper ». « Les gens transmettent à une personne et ne vont pas au bout de la chaîne. Ils pensent que, parce qu'ils l'ont dit à une personne, ça va être diffusé. » • « Avec un nouveau professionnel, on voit qu'il a l'air de gérer la situation, on pense qu'il a déjà tout anticipé parce qu'il a déjà rencontré cette situation plusieurs fois, mais à un moment donné, on se rend compte que ce n'est pas fait. » • « On a toujours l'impression que l'autre sait, c'est notre quotidien. » « On est tellement différents, mais on pense que l'autre pense comme nous. » • « En configuration normale, on est très proche. On peut dire " attention, votre gant est roulé main gauche" mais il y a une question de distance, l'intonation de voix n'est pas la même. » • « Il faut trouver le juste milieu pour la communication avec les collègues qui connaissent leur métier. » • « Un chirurgien stressé et désagréable mais ça ne doit pas se ressentir dans l'instrumentation. »
Conscience de la situation	<ul style="list-style-type: none"> • « Quand on instrumente dans un environnement trop bruyant, où ça claque les portes, ça fait du remue-ménage, on entend moins ce que nous dit le chirurgien·ne et ça nous déconcentre. » • « On doit savoir normalement avant d'endormir le patient si tout fonctionne, si les matériaux sont valides. » • « Un instrument défectueux dans une boîte d'instruments, par exemple. Un bistouri qui ne coagule pas, qui a les mors qui se croisent. Qu'est-ce qu'on fait s'il n'y a pas d'autre bistouri. On réveille le patient ? Ça peut prendre des proportions... »

	<ul style="list-style-type: none"> • « Il faut savoir avec qui on travaille et savoir jusqu'où on peut faire confiance. On doit connaître les limites de ses collègues. » • « Un manque de matériel qui entraîne un arrêt ou un retard dans la procédure, puis la rancœur qui peut prendre des proportions. » • « Une mauvaise anticipation dans la préparation, on n'a pas la chose qui a été demandée. »
Gestion des tâches	<ul style="list-style-type: none"> • « Un dispositif médical (DM) ne fonctionne pas, le chirurgien s'énerve et insulte le personnel avec qui il travaille. » • « Actions à mettre en place dans situations de stress pour les rencontrer avant, sans risque. » • « Une mise en situation de situation aggravante pour voir ce qu'il faut faire et comment on va réagir. » • « En situation d'urgence, il faut savoir qui parle, quand, qui fait quoi. » • « Il faut de la formation pour réagir aux situations d'urgence, pour ne pas être pris au dépourvu parce que quand ça ne nous est jamais arrivé, on ne sait pas comment on va réagir. »

Cette enquête préalable auprès d'IBODE en exercice présente quelques limites. La plus évidente est le fait qu'elles soient toutes issues du même service. Ceci peut nous amener à avoir une vision restreinte du métier d'IBODE, qu'il serait intéressant de confronter avec d'autres points de vue de professionnel·les travaillant dans d'autres services et dans d'autres structures. La durée assez brève des entretiens est également une limite importante. En effet, ils ont duré cinq minutes en moyenne, ce qui ne permet pas de rentrer dans le détail ou d'approfondir la discussion. Mais ces entretiens, qui ont eu lieu à la fin de notre étude d'acceptabilité (présentée dans le Chapitre 4), assez longue et exigeante sur le plan cognitif, étaient en outre contraints dans le temps par la disponibilité limitée des IBODE du service. Une autre limite réside dans la nature des questions posées, en particulier la dernière : « Avez-vous un exemple de situation avec un lien entre évènement problématique (ou évènement indésirable) et les CNT ? ». Nous souhaitons recueillir des retours d'expérience, mais nous avons sous-estimé le poids de la responsabilité pénale individuelle des soignants. En effet, cette dernière peut les amener à dissimuler les événements indésirables, empêchant par ailleurs de remonter l'arbre des causes

menant à leur survenue et de définir des moyens de prévention (Cepisul, 2008), ou d'imaginer des pistes de scénario de formation pour ce qui nous concernait. Leur poser cette question revenait donc à leur demander de transgresser un certain tabou. Certaines ont choisi d'évoquer des incidents vécus, peu graves, ou des difficultés du quotidien, sans doute récentes, quand d'autres ont plutôt imaginé des idées de scénario, mais en restant assez générales. Néanmoins, ce qui émerge tourne autour de la communication, de la gestion du stress et des situations d'urgence liées ou non à un manque d'anticipation, conformément à la littérature (Kang et al., 2015).

Pour conclure ce chapitre, nous avons vu que les compétences techniques des IBODE recouvrent les compétences motrices et la dextérité, les connaissances théoriques et les concepts, mais également les compétences procédurales. Ces compétences sont identifiées et soutenues par la formation. Toutefois, elles ne sont pas suffisantes pour être performant·es au bloc opératoire. Elles doivent être complétées par les CNT. Celles identifiées pour les IBODE sont : une CNT de type cognitive, la conscience de la situation, une CNT de type interpersonnelle ou sociale, le travail en équipe et la communication, et enfin, une troisième CNT, la gestion des tâches qui recouvre des compétences cognitives et interpersonnelles.

Notre étude préalable auprès d'IBODE montre que malgré l'existence de taxonomies et l'importance avérée des CNT, elles·ils n'y sont pas spécifiquement formé·es. Interrogées sur les CNT dans leur quotidien, ces IBODE mentionnent le plus souvent des difficultés liées à la communication et au travail en équipe. La conscience de la situation est également évoquée avec les perturbations, l'anticipation et la connaissance de l'environnement. Enfin, la gestion des tâches est également mentionnée sous la forme d'une demande de préparation à la rencontre avec des situations d'urgence ou dégradées.

Les scénarios de formation développés dans le cadre de cette thèse mettent en jeu deux CNT détaillées dans ce chapitre : la conscience de la situation avec ses trois aspects (maintien de l'attention sur les éléments sensibles de l'environnement du bloc opératoire, compréhension des indices et des informations perçus, et anticipation) et la communication ouverte, définie comme la communication explicite d'informations critiques liées à une tâche afin d'améliorer la qualité et la sécurité des soins.

Avant de présenter les scénarios de formation, le chapitre suivant se propose d'aborder la question de la formation des professionnel·les de santé aux CNT, en particulier par la simulation.

CHAPITRE 3 – DEVELOPPEMENT DES COMPETENCES NON TECHNIQUES PAR LA SIMULATION

1. La formation par la simulation

Suite à la publication de Human Error (Reason, 1991) et du rapport « To Err is Human » (Kohn et al., 1999), la simulation pour l'entraînement au travail en équipe pluridisciplinaire s'est développée aux Etats-Unis. D'abord élaborées par l'armée et l'aéronautique, ces formations se sont étendues à la santé dans le but de transformer les équipes composées d'expert·es médicales. aux en équipes médicales expertes (Burke, Salas, Wilson-Donnelly, & Priest, 2004). Ainsi, le programme TeamSTEPPS, inspiré du Crew Resource Management (CRM) et mis en place par plusieurs hôpitaux américains depuis 2006, a défini plusieurs axes de travail centrés sur le leadership, la gestion de la situation, le soutien mutuel et la communication, avec un accent mis sur les briefings-débriefings (Van Dyke, 2016). Ces formations combinent l'apport de connaissances et la mise en jeu des compétences et des attitudes qui améliorent la performance dans un contexte donné (KSA : Knowledge, Skills, Attitudes) (Burke et al., 2004).

La simulation « *permet de s'immerger littéralement dans le réel, de reproduire les situations les plus diverses, souvent rares dans la réalité, et évidemment d'apprendre les gestes techniques sans prendre le risque d'une erreur réelle* » (Boet, Granry, & Savoldelli, 2013, p.4). Plus précisément, la simulation permet d'acquérir des habiletés sensori-motrices et gestuelles appliquées aux situations courantes, des compétences développées pour faire face à des

situations techniques exceptionnelles voire rares, et des compétences non techniques (Boet et al., 2013).

En France, l'HAS préconise un recours plus fréquent aux simulateurs médicaux lors de la formation des soignant·es pour qu'un geste médical ne soit jamais réalisé la première fois sur un·e patient·e, mais au plus tard dans leur courbe d'apprentissage (Granry & Moll, 2012). Le projet Santé 2022 vient confirmer l'importance de la simulation dans la formation des soignant·es avec l'insertion de « *la systématisation de l'apprentissage par simulation dans tous les cursus de formation* » comme troisième mesure phare du projet de transformation du système de santé (Tesnière, Rist, & Riom, 2018, p. 10).

1.1. Du simulateur humain au simulateur électronique

La simulation n'est pas une modalité pédagogique nouvelle en soi : Le recours à l'entraînement à certains gestes médicaux sur des cadavres d'humains ou animaux existe depuis fort longtemps, de même que l'utilisation de mannequins, comme en atteste la Machine de Madame Du Coudray au XVIII^e siècle (Jastrow, Picchiottino, Savoldelli, & Irion, 2013). Aujourd'hui, le recours aux humains pour la simulation est encore pratiqué aujourd'hui. Les deux grandes modalités en sont la·le patient·e simulé·e et la·le patient·e standardisé·e. Dans le cas de la·du patient·e simulé·e, aussi appelé jeu de rôle, les étudiant·es endossent tour à tour le rôle de soignant·e ou de patient·e. Dans le cas de la·du patient·e standardisé·e, un·e comédien·ne spécifiquement formé·e tient le rôle de patient·e. Ces deux modalités de simulation humaine sont particulièrement adaptées pour simuler différents contextes de la relation soignant·e-soigné·e, comme l'entretien diagnostic ou l'annonce d'une pathologie lourde, par exemple (Vu & Barrows, 1994).

De plus, les développements technologiques récents ont permis l'émergence de nouveaux simulateurs, multipliant les possibilités de formation. Une synthèse des différents types de simulateurs est proposée dans le Tableau 15.

Tableau 15 – Présentation synthétique des différents types de simulateurs (Haute Autorité de Santé, 2012)

Simulateurs organiques	Simulateurs humains	Patient·e simulé·e (jeux de rôle)	
		Patient·e standardisé·e	
	Simulateurs synthétiques	Simulateur procédural Simulateur patient·e (mannequin)	
Simulateurs non organiques	Simulateurs électroniques ou numériques	Jeux sérieux et environnements 3D	
		Réalité virtuelle	Mondes virtuels Patient·es virtuel·les Simulateurs sur écran Simulateurs immersifs
		Réalité augmentée	

Les simulateurs synthétiques sont des reproductions en taille réelle, avec des matériaux et des textures spécifiques, d'anatomie humaine pour permettre l'entraînement à la réalisation de certains gestes techniques comme la palpation ou la pose d'un dispositif médical. On parle de simulateur synthétique procédural quand il s'agit de la reproduction d'une partie de corps humain, et de simulateur patient ou de mannequin quand il s'agit de la reproduction d'un corps humain en entier. Ces simulateurs peuvent également bénéficier de fonctions contrôlées et programmées par ordinateur leurs donnant des caractéristiques dynamiques, mouvements et sons, semblables à celles de patient·es réel·les (Jastrow et al., 2013).



Figure 9 – Photos d'un simulateur procédural pour la pose de perfusion à gauche (Limbs & Things, 2019) et d'un mannequin simulateur d'accouchement à droite

Les simulateurs électroniques ont recours à deux types de technologie : la réalité virtuelle (RV) et la réalité augmentée.

1.1.1. La réalité virtuelle

Il existe de nombreuses définitions de la RV, selon que l'on se concentre sur son aspect technique ou fonctionnel. Toutefois sa finalité semble faire consensus : « *La finalité de la réalité virtuelle est de permettre à une personne (ou à plusieurs) une activité sensori-motrice et cognitive dans un monde artificiel, créé numériquement, qui peut être imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel.* » (Fuchs, Moreau, Berthoz, & Vercher, 2006, p. 5). La traduction française du terme « virtual reality » par réalité virtuelle peut induire une mauvaise compréhension de ce concept en suggérant une opposition au réel. Les termes de « cyber-espace », d'« environnement synthétique », de « monde numérique » ou de « réalité artificielle » sont parfois utilisés pour éviter ce malentendu (Burkhardt, 2003). En effet, pour être fidèle au concept de « virtual reality », on devrait plutôt utiliser le terme de réalité vicariante ou d'environnement vicariant, terme issu de la psychologie et de la physiologie, qui désigne un processus, une fonction ou un organe qui se supplée à un autre (Fuchs et al., 2006).

L'utilisation de la RV pour l'apprentissage présente plusieurs intérêts. En effet, elle permet de faire réaliser des tâches critiques sans danger, de simplifier et segmenter les apprentissages pour les faciliter, de donner un statut pédagogique à l'erreur, d'intervenir à tout moment pour exploiter le contexte par un gel de la situation, une situation de rejeu ou une synthèse automatique des résultats, et de pouvoir répéter la situation autant de fois que nécessaire (Fuchs, Arnaldi, & Guitton, 2006).

Les notions d'immersion et de présence sont centrales quand on évoque la RV. L'immersion est définie comme la capacité du système à induire une expérience de déplacement dans un environnement virtuel (Slater, 2003, dans Herbelin, Salomon, Serino, & Blanke, 2016). La présence, quant à elle, est la réponse d'un·e individu·e face au niveau d'immersion permis par le système. Ce sentiment de présence résulte de la capacité du cerveau à intégrer des

perceptions artificielles dans une représentation cohérente, mais il dépend également de l'expérience subjective d'être l'auteur·e de ses propres actions (Herbelin et al., 2016).

Enfin, la notion de réalisme est souvent associée à la RV, et l'aspect esthétique souvent attendu apparaît parfois comme une de ses finalités. Or, le réalisme ne se limite pas à la représentation de l'environnement, il peut également concerner la finesse du retour haptique, le respect de la procédure ou la logique des interactions. En effet, dans le contexte de l'apprentissage, la formation n'exige pas une fidélité absolue à la représentation de la réalité, mais plutôt d'adapter le niveau de fidélité aux besoins et niveau des apprenant·es, en cohérence avec les objectifs des formateur·trices. C'est la notion de fidélité psychologique, ou la capacité de l'environnement à reproduire un comportement semblable à celui exigé dans la situation réelle, qui prime (Burkhardt, 2003).

1.1.2. Les simulateurs RV

Les simulateurs utilisant la RV pour la formation des professionnel·les de santé sont divisés en quatre grandes sous-catégories : les mondes virtuels, les patient·es virtuel·les, les simulateurs RV sur écran et les simulateurs en RV immersive.

Les mondes virtuels sont des environnements dont la conception s'inspire des jeux multi-joueur·ses en ligne et qui utilisent la technologie de la réalité virtuelle, avec une imagerie 3D et des interactions avec les objets présents dans la scène. Les participant·es interviennent grâce à une connexion individuelle et à la création de leur avatar. En proposant un accès individuel 24/24, ces simulateurs libèrent des contraintes géographiques ou temporelles et permettent à plusieurs participant·es de se connecter simultanément, depuis plusieurs endroits différents. Ces mondes virtuels mettent en scène divers lieux comme un hôpital, un service d'urgence ou une scène de catastrophe et les personnalisent avec le mobilier médical, les personnages et les éléments nécessaires au scénario. Ils permettent de simuler des situations mettant en jeu des connaissances procédurales, ainsi que des compétences de gestion de situations d'urgence et de travail en équipe comme le triage, par exemple.



Figure 10 – Présentation d’un exemple de simulateur électronique utilisant un monde virtuel : CliniSpace nursing (<http://virtualsimcenter.clinispace.com/>)

Les patient·es virtuel·les sont l'équivalent informatisé des patient·es standardisé·es. Par l'utilisation de ces patient·es virtuel·les, une situation clinique peut être reproduite, au sein de laquelle l'utilisateur·trice joue le rôle d'un·e professionnel·le de santé en interaction avec ce·tte patient·e. Ainsi, la·le professionnel·le est en mesure de communiquer avec sa·son patient·e et de collecter les informations nécessaires pour mener à bien un raisonnement diagnostique (Triola et al., 2007). Les patient·es virtuel·les peuvent éventuellement être intégrés à l'intérieur d'un monde virtuel (Taylor et al., 2011).

Dans la catégorie des simulateurs utilisant la RV, on trouve également les simulateurs sur écran développés pour répondre aux besoins de formation en laparoscopie. Il s'agit d'une interface comprenant un ordinateur et un moniteur couplés à des dispositifs mécaniques ou des unités haptiques. La RV permet de représenter un nombre conséquent de structures anatomiques et de percevoir et sentir en temps réel les effets des actions de l'apprenant sur ces structures. Ces simulateurs permettent ainsi de former aux gestes techniques pour de nombreuses pathologies et interventions. Ils sont rapides à mettre en place, et permettent un nombre illimité de répétition des gestes.



Figure 11 – Photo d’un simulateur RV sur écran (CAE LapVRM)

Enfin, toujours dans cette catégorie des simulateurs électroniques utilisant la RV, on trouve les simulateurs en RV immersive. Comme les simulateurs sur écran, ils utilisent une imagerie 3D et permettent des interactions avec les objets présents dans la scène, mais l’affichage se fait à 360°, sur trois ou six murs, comme dans les salles de type CAVE (Cave Automatic Virtual Environment). L’affichage peut aussi se faire à l’intérieur d’un casque de RV, comme l’Oculus ou le HTC Vive. Ceci permet d’isoler la·le participant·e du monde réel et de l’immerger dans l’environnement afin de provoquer chez elle·lui un sentiment de présence.



Figure 12 – Photo d’une scène de bloc opératoire dans une CAVE (Projet S3PM)

La réalité augmentée, qui a recours à la technologie de la RV, est l'intégration d'une information numérique de type hologramme dans le monde physique, en temps réel, et visible avec des lunettes de type HoloLens ou Google Glass, par exemple (Stone et al., 2017).

Quel que soit leur degré de technologie, les simulateurs permettent de mettre en place des scénarios de simulation avec des degrés de réalisme variables. On parle de simulation basse-fidélité lors du recours à des répliques anatomiques simples ou aux jeux de rôle, et de simulation haute-fidélité lors de l'utilisation de mannequins contrôlés par ordinateur et capables d'imiter les signaux cliniques appropriés selon la progression du scénario, par exemple (Cant & Cooper, 2010). On utilise également le terme de simulation hybride quand différents simulateurs sont utilisés simultanément afin d'accroître encore le réalisme : patient·e standardisé·e plus simulateur procédural ou mannequin couplé à un simulateur électronique (Larnpotang et al., 2013). Enfin, toujours pour accroître le réalisme et l'immersion, la réalité mixte permet l'utilisation d'objets réels dans une simulation en RV immersive.

1.2. Les étapes d'une séance de simulation

1.2.1. Déroulement d'une formation

Il existe plusieurs façons d'organiser une séance de formation par simulation. Cette organisation consiste en huit étapes : 1) appropriation de la méthode par les participant·es, 2) familiarisation avec l'environnement simulé, 3) énonciation des concepts mis en œuvre, 4) présentation de la situation (briefing), 5) mise en situation (simulation proprement dite), 6) retour sur la mise en situation (débriefing), 7) temps de pause pour des échanges informels, et 8) évaluation de la séance avec élaboration d'éventuelles futures sessions (Dieckmann, P., 2009, dans Jaffrelot & Pelaccia, 2016). La Figure 13 propose un déroulement de séance assez proche de ce modèle (Oriot & Alinier, 2019).

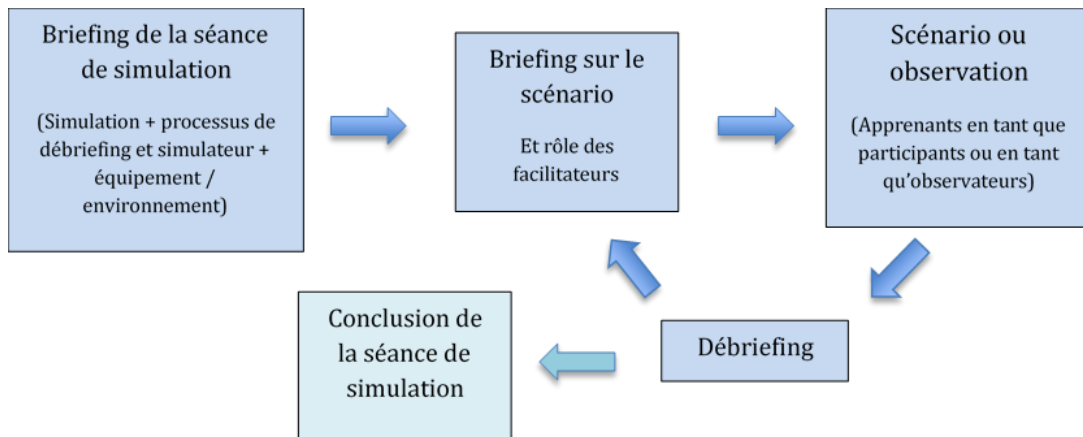


Figure 13 – Déroulement général d’une session de simulation (d’après Oriot & Alinier, 2019, p. 9)

L’HAS, propose également une liste de bonnes pratiques en simulation qui s’étend au-delà de la mise en œuvre de la séance proprement dite : 1) identification des objectifs pédagogiques, 2) rédaction du scénario, 3) définition d’un environnement réaliste au vu des objectifs pédagogiques, 4) définition et préparation des équipements pour la séance, 5) préparation du matériel pour un éventuel enregistrement de la séance, 6) structuration de la séquence de présentation du contexte et de l’équipement (briefing), 7) déroulement du scénario, 8) structuration de la séance de synthèse et d’évaluation (débriefing), et 9) définition du document de fin de séance avec des actions d’amélioration (Haute Autorité de Santé, 2012). La Figure 14 propose le schéma des étapes d’une séance de simulation telle que défini par l’HAS.

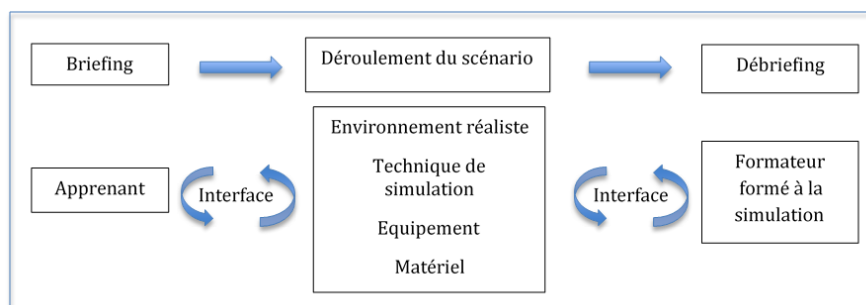


Figure 14 – Schéma des étapes d’une séance de simulation (Haute Autorité de Santé, 2012)

Les points communs entre ces modèles sont la nécessité de structurer toute séance de simulation, et la mise en œuvre consécutive des trois étapes essentielles que sont le briefing, le déroulement du scénario et le débriefing.

1.2.2. Briefing

L'objectif du briefing est de poser le cadre de la séance de simulation pour permettre aux participant·es de s'y engager activement en toute sécurité, autant psychologique que physique, et dans un climat de confiance (Kolbe, Grande, & Spahn, 2015). Comme détaillé dans les modèles précédents, cela passe par trois étapes, aussi appelées 3S pour Simulation, Simulateur, Scénario (Oriot & Alinier, 2019). Dans un premier temps, il est nécessaire d'apporter des précisions sur la simulation comme modalité d'apprentissage, d'en donner les étapes (briefing, simulation, débriefing), les règles (confidentialité, respect mutuel, apprentissage par l'erreur, verbalisation et réflexion pendant l'action) et de rassurer les participant·es. En effet, participer à une séance de simulation peut être source d'anxiété liée à la crainte de l'échec, du jugement ou de la critique (Rudolph, Raemer, & Simon, 2014). Un deuxième temps est consacré à la présentation du simulateur, de son fonctionnement et de ses éventuelles limites, ce qui permet de mettre en place le contrat tacite (Oriot & Alinier, 2019) ou contrat de fiction (Dieckmann, Gaba, & Rall, 2007 ; Kolbe et al., 2015) entre les apprenant·es et les instructeur·rices. Ainsi, la simulation peut être acceptée comme un dispositif de mise en scène plutôt qu'une substitution du réel (Béguin, 2005). Enfin, la troisième partie du briefing est consacrée à la présentation du scénario de simulation, soit la présentation du cas simulé, l'attribution des rôles, les précisions sur l'aide possible et sur la fin du scénario.

1.2.3. Débriefing

Le débriefing est le moment de la séance de simulation qui génère le plus d'attention et qui fait l'objet de nombreuses études et revues de question (Cheng et al., 2014 ; Dufrene & Young, 2014 ; Hall & Tori, 2017 ; Levett-Jones & Lapkin, 2014 ; Neill & Wotton, 2011). S'il existe de nombreux débats sur la durée ou sur la forme idéale d'un débriefing, un consensus apparaît quant aux quatre grandes phases d'élaboration du savoir lors de cette étape : le retour

sur l'expérience concrète, la réflexion sur l'expérience vécue, la décontextualisation et le repérage d'invariants opératoires (conceptualisation abstraite) dont la validité est testée lors de nouvelles expérimentations (Policard, 2015). La nécessité de structurer un débriefing semble faire consensus (Decker et al., 2013 ; Hall & Tori, 2017). Ainsi, afin d'aider les instructeur·rices dans cette étape essentielle, et éviter certains écueils, de nombreux modèles ou scripts de débriefing ont été développés. Le Tableau 16 en présente une synthèse.

Tableau 16 – Principaux modèles ou scripts de débriefing (d’après (Oriot & Alinier, 2019))

Modèle ou script	Principe	Auteurs
Modèle GAS : Gather, Analyze, Summarize	Modèle en trois phases : récolte, analyse, résumé	Phrampus, & O'Donnell, 2013
Modèle 3D : Defusing, Discovering, Deepening	Modèle en trois phases : libérer, découvrir, approfondir	Zigmont, Kappus, & Sudikoff, 2011
Modèle Diamond	Modèle en trois phases : description, analyse, application	Jaye, Thomas, & Reedy, 2015
Modèle 3R : Review, Response, Remind	Modèle en trois phases : revue, réponse, rappel	Thompson, 2004
Modèle RUST : Reaction, Understanding, Summarize, Take home message	Modèle en trois phases : réactions, analyse, résumé plus message clé	Karlsen, 2013
Modèle de Mitchell : Critical incident stress debriefing	Modèle multiphase en 7 étapes visant la réduction du stress	Mitchell, & Everly, 1993
Modèle 4-E : Events, Emotions, Empathy, Explanations	Modèle multiphase, questionnement sur les évènements, émotions, empathie et explications	Mort & Donahue, 2004
Modèle GREAT : Guideline, Recommendations, Events, Analysis, Transfer	Checklist de débriefing : directives, recommandations, évènements, analyse, transfert	Owen & Follows, 2006
Modèle TeamGAINS	Structure de débriefing en 6 étapes : réactions, débriefing, transfert, discussion, résumé, pratique supervisée	Kolbe et al., 2013
Modèle DEBRIEF : Defining, Explaining, Benchmarking, Reviewing, Identifying, Examining, Formalizing	Structure d’après le modèle de l’armée américaine : définir, expliquer, analyser, revoir, identifier, expliquer, formaliser	Sawyer & Deering, 2013
Modèle LEARN : Learning objectives, Emotions, Action, Reflection, Next steps	Structure d’organisation d’un feedback : objectifs pédagogiques, émotions, action et réflexion, étapes suivantes	Sigalet, 2017
Modèle DML : Debriefing for Meaningful Learning	Modèle multiphase en 6 étapes : engagement, exploration, explication, élaboration, évaluation et extension	Dreifuerst, 2015
Structure PEARLS : Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation	Structure de débriefing en 4 étapes : réactions, description, analyse, résumé	Eppich & Cheng, 2015

Par ailleurs, plusieurs techniques de questionnement peuvent être mises en place pour favoriser la réflexion des apprenants :

- L'approche Plus/Delta : Qu'est-ce qui a marché dans le scénario ? Qu'est-ce qui aurait pu être mieux exécuté ?
- La revue après action ou after action review : Qu'était-il censé arriver ? Que s'est-il réellement passé ? Pourquoi ? Quels enseignements en tirer ?
- La technique référentiel-interrogation (advocacy-enquiry) qui met la·le débriefeur·e en position de détective cognitive (Oriot & Alinier, 2019).

Enfin, le débriefing peut être outillé grâce à la vidéo (Savoldelli et al., 2006 ; Sawyer et al., 2012) ou grâce à un avatar qui rejoue la session (Chodos, Stroulia, King, & Carbonaro, 2014), ce qui permet de mettre en place des auto-confrontations simples ou croisées (Clot, Faïta, Fernandez, & Scheller, 2000).

En France, l'HAS (2012) a émis 12 recommandations pour un bon débriefing, et en rappelle les trois grandes phases : 1) de description, 2) d'analyse et 3) d'application ou de synthèse. Pour ce qui est de la durée, elle préconise qu'elle soit au moins égale à celle du déroulement du scénario. Elle insiste également sur l'importance du rôle des formateur·trices à qui elle recommande d'être spécifiquement formé·es. En effet, elles·ils sont en charge d'établir et de maintenir un climat favorable à l'apprentissage (briefing, bienveillance), de prendre en compte l'impact du stress ou de l'échec des apprenants, de conduire le débriefing de manière structurée, de susciter l'engagement dans l'échange (réflexion sur la pratique, prise en compte des situations difficiles), d'identifier et d'explorer les écarts de performance et d'aider les apprenant·es à envisager des améliorations possibles.

Le Debriefing Assessment for Simulation in Healthcare (DASH), développé aux Etats-Unis, est un outil qui permet aux formateur·trices de s'autoévaluer ou d'être évalué·es sur ces compétences (Simon, Raemer, & Rudolph, 2010). Toutefois, la présence physique d'un·e formateur·trice est remise en question (Dufrene & Young, 2014), avec la possibilité d'un

débriefing réalisé par les pairs (Leigh, Miller, & Ardoin, 2017), un avatar, ou bien sans interlocuteur·trice du tout avec l'auto-débriefing ou self-débriefing (Boet et al., 2011, 2016 ; Lapum et al., 2018; Verkuyl et al., 2018).

1.3. Le modèle pédagogique sous-jacent à l'apprentissage par simulation

L'apprentissage par la simulation permet de réduire l'écart entre la théorie et la pratique avec la mise en place d'un raisonnement clinique et la transformation de connaissances tacites en connaissances explicites, et l'évaluation de cet apprentissage doit porter autant sur le résultat que sur les processus en jeu : « *There is reflection-before-action, reflection-in-action, and reflection-on-action* » (Onda, 2012, p.277), comme le synthétise la Figure 15:

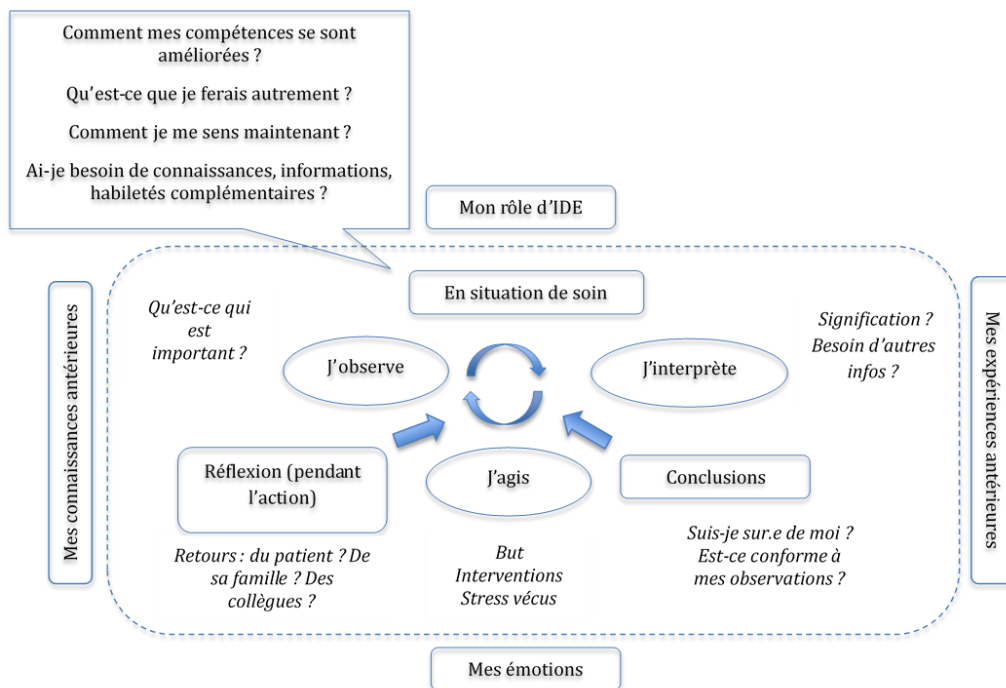


Figure 15 – Diagramme de l'Adapted Reflexive Debriefing© (Lavoie, 2011, dans Lavoie, Pepin, & Boyer, 2013)

En effet, l'apprentissage par la simulation s'inscrit dans la théorie de l'apprentissage expérientiel de Kolb (1984), elle-même issue du constructivisme de Piaget, des travaux de

Lewin sur le feedback et la dynamique des groupes, ainsi que du « learning by doing » de Dewey, et qui se définit comme : « *le processus par lequel la connaissance est créée par la transformation de l'expérience.* » (Kolb, 1984, p. 38). L'apprentissage par simulation s'inscrit également dans l'approche socioconstructiviste de Vygotsky, selon laquelle l'apprentissage se situe entre deux niveaux de développement, ou zone proximale de développement, et dans lequel le langage et les interactions sociales, ainsi que l'étayage assurés par la·le formateur·rice jouent un rôle clé (Sanders & Welk, 2005). Ainsi, lors d'une séance de simulation, « *le développement s'effectue dans un écart entre ce que le sujet sait faire seul, et une situation manipulée par le formateur, qui vise à guider le novice dans l'acquisition de nouvelles compétences.* ». (Béguin, 2005, p. 64). Pour cet auteur, la simulation met quatre éléments en présence : le sujet et ses ressources, les moyens fournis par la·le formateur·trice que le sujet doit transformer en ressources de sa propre action, la situation définie par la·le formateur·trice et enfin, la·le formateur·trice elle·lui-même. La zone proximale de développement s'inscrit alors dans un processus inter-psychique entre sujet et formateur·trice puisque « *sur simulateur, l'activité est dirigée mais aussi adressée* » (Clot, 1999, dans Béguin, 2005, p. 65).

2. Les effets de la formation en simulation

Les effets de l'apprentissage par la simulation peuvent se mesurer :

- sur le plan comportemental avec l'impact sur les performances,
- sur le plan cognitif et conatif sur les attitudes, l'acceptabilité, le sentiment d'auto-efficacité et la satisfaction des apprenant·es.

2.1. Le modèle de Kirkpatrick

Le modèle le plus souvent utilisé pour évaluer l'effet d'une formation est celui de Kirkpatrick (1959), présenté par la Figure 16, et qui propose quatre niveaux d'évaluation : 1) la

satisfaction immédiate des apprenant·es sur le dispositif de formation, 2) l'apprentissage proprement dit avec une évaluation des connaissances, habiletés et attitudes acquises lors de la formation, 3) le comportement avec une évaluations des changements suite à la formation et leur transfert en contexte professionnel, et 4) les résultats à plus grande de échelle avec l'impact final de la formation sur la qualité ou les coûts (Kirkpatrick, 1959 ; Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2006).

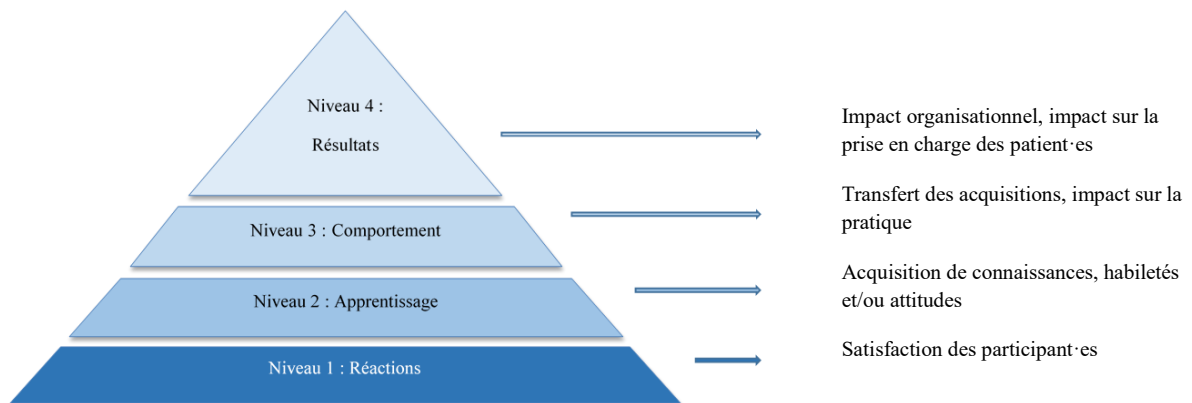


Figure 16 - Modèle des effets d'une formation de Kirkpatrick (1959)

Appliqué à la formation par la simulation en santé, et en commençant par le niveau le plus élevé, le niveau 4 est mesuré par l'amélioration de la qualité des soins pour les patients et la réduction des coûts de santé pour l'hôpital ou la structure de soins, comme une diminution du nombre de jours d'hospitalisation ou des durées d'intervention, par exemple.

Le niveau 3 concerne le transfert des compétences au bloc opératoire ou dans l'environnement de soin qui peut se mesurer par une observation outillée des comportements grâce aux taxonomies développées pour les CT ou les CNT, par exemple.

Le niveau 2 est évalué par le degré de réussite dans la simulation, par des données de type score issues du simulateur, par une observation outillée des comportements avec les mêmes taxonomies que pour le niveau 3, ou par une évaluation classique des connaissances de type test.

Enfin, le niveau 1 peut être évalué par un questionnaire de satisfaction globale sur la séance, en fin de formation. Toutefois, cette satisfaction peut se situer à plusieurs niveaux. En

effet, elle peut concerner la séance dans son ensemble et son effet sur la pratique, mais elle peut également concerner la simulation comme modalité d'apprentissage. En effet, cette dernière place les apprenant·es dans une situation particulière qui nécessite leur adhésion à l'idée de « faire comme si », en dépit d'écarts variables avec la réalité. Ceci pose la question du degré de réalisme et de fidélité nécessaires dans le scénario ou la mise en scène pour que les participant·es puissent s'engager dans la simulation et que leurs réactions soient les plus écologiques possibles (Gormley, Sterling, Menary, & McKeown, 2012 ; Kirlik, 2010).

De plus, la satisfaction peut également varier selon l'état émotionnel des participant·es à l'issue de la simulation, état lui-même en lien avec leur sentiment d'efficacité personnelle (Bandura, 1977). Le sentiment d'efficacité personnelle est la croyance des individu·es en leur capacité à réaliser des performances. Il influence les choix d'activité, l'investissement et la persistance dans l'effort ainsi que les réactions émotionnelles en cas d'obstacle. Ce sentiment peut provenir des expériences actives de maîtrise qui permettent de croire en ses capacités, des expériences vicariantes ou indirectes acquises par observation des autres, de la persuasion verbale suscitée par les renforcements extérieurs, et enfin, des états physiologiques et émotionnels (Bandura, 1977). Ainsi, que ce soit par la manipulation directe en simulation ou par l'observation d'autres participant·es, la simulation peut permettre aux apprenant·es de gagner en confiance dans leurs capacités et compétences (Secheresse, Usseglio, Jorioz, & Habold, 2016 ; Watters et al., 2015).

Pour finir, la satisfaction des participant·es à une séance de simulation peut dépendre du simulateur et de son niveau d'acceptabilité, en particulier lorsqu'il nécessite le recours à une technologie récente ou encore peu répandue, comme la réalité virtuelle.

2.2. Acceptabilité du simulateur

L'acceptabilité recouvre deux notions qui diffèrent selon que l'on se place avant ou après l'usage d'une technologie : l'acceptabilité proprement dite concerne les représentations des personnes avant usage, que cette technologie soit existante ou à l'état de projet, et l'acceptation, recouvre les impressions des utilisateurs après un plusieurs usages (Bobillier-

Chaumon & Dubois, 2009). L'étude d'acceptabilité d'une technologie a pour objectif « d'évaluer et/ou prédire les conditions et les motifs qui peuvent rendre une technologie acceptable, ou non, par les futurs usagers » (Bobillier Chaumon, 2016, p. 6).

Pour la RV, comme pour d'autres technologies, il est souvent fait recours aux trois grands modèles d'acceptabilité que sont le Technology Acceptance Model (TAM) de Davis (1989), l'Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) de Venkatesh, Mooris, Davis & Davis (2003) et le Modèle de l'Acceptabilité des Systèmes de Nielsen (1993) (Sagnier, Loup-Escande, & Valléry, 2019). Selon le TAM, les deux variables prédictives à l'utilisation d'une technologie sont l'Utilité Perçue, ou l'idée qu'elle améliore les performances de l'utilisateur et la Facilité d'Usage Perçue, soit la croyance que l'utilisation de cette technologie ne demandera pas d'effort particulier (Davis, 1989). Mais, ce modèle ne tient pas compte des utilisateur·trices ni des dimensions sociales qui peuvent les influencer, comme par exemple, la désirabilité sociale ou l'influence des pairs.

Le modèle UTAUT prend en compte ces dimensions, de même que l'importance des conditions facilitatrices générées par l'environnement (Venkatesh et al., 2003). Le modèle UTAUT2 intègre également les dimensions de motivation hédonique (fun ou plaisir ressenti), de valeur (rapport coût/bénéfice) et d'habitudes antérieures (Venkatesh et al., 2012) (cf. Figure 17). Ce modèle, accompagné d'un questionnaire, est régulièrement utilisé dans le contexte des nouvelles technologies, systèmes informatiques génériques et logiciels professionnels, avec une utilisation soit partielle du questionnaire, soit complétée par des items mesurant d'autres variables (Williams, Rana, Dwivedi, & Lal, 2011), soit après une adaptation au contexte d'utilisation et une reformulation des items (Merchant, Keeney-Kennicutt, & Goetz, 2015). L'intention comportementale, ou intention d'usage, constitue le facteur prédictif principal dans le modèle de l'UTAUT.

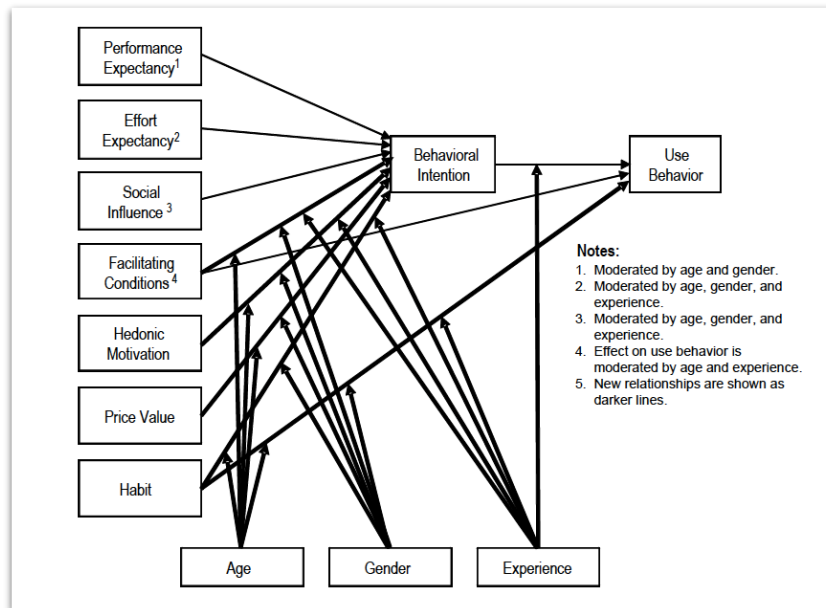


Figure 17 – Modèle d’acceptabilité UTAUT2 (extrait de Venkatesh et al., 2012, p. 160)

Le Modèle de l’Acceptabilité des Systèmes, quant à lui, définit trois facteurs prédicteurs de l’acceptabilité : l’efficacité, l’efficience et la satisfaction (Nielsen, 1993). La satisfaction concerne l’évaluation esthétique ou l’agrément du système. L’efficacité peut se mesurer par un score, une réussite ou un échec et l’efficience peut se mesurer par le temps mis pour réussir la tâche ou atteindre le score.

Finalement, de nombreux éléments peuvent intervenir dans l’évaluation du degré de satisfaction des apprenant·es lors d’une séance de simulation. Toutefois, plusieurs études valident l’intérêt de la simulation moyenne ou haute fidélité pour l’acquisition de connaissances (niveau 2 du modèle de Kirkpatrick), de réflexions critiques, d’une satisfaction et d’une confiance (niveau 1) chez les infirmier·es (Cant & Cooper, 2010, 2017).

Après avoir précisé les différentes modalités de l’apprentissage par simulation et évoqué ses effets sur les apprenant·es, il nous reste à évoquer la manière dont elle peut être implémentée, avec pour finalité, le développement des CNT.

3. La simulation en RV pour développer les CNT

Le projet Santé 2022 préconise le recours à la simulation dans tous les cursus de formation, et propose de développer une approche de formation et d'évaluation par compétences qui « *[valorise les] compétences non techniques lors des enseignements, des stages, et [inclue] leur évaluation lors de mises en situation* » (Tesnière et al., 2018, p. 28). Les objectifs attendus sont une meilleure qualité de la formation pour une meilleure prise en charge des patient·es mais également une diminution des risques psycho-sociaux chez les étudiant·es (Tesnière et al., 2018). Il s'agit donc alors d'analyser les scénarios possibles pour atteindre cet objectif.

Concernant les CNT du domaine cognitif, plusieurs types de scénario de simulation peuvent être implémentés (voir Tableau 17 pour une synthèse). Pour la conscience de la situation, il n'existe pas une méthode unique clairement définie et certains jeux sérieux peuvent être utilisés (Graafland et al., 2015). En ce qui concerne les scénarios de simulation, il est souvent fait usage de situations dans lesquelles est mise en jeu la charge de travail par des interruptions de tâche ou l'ajout de distracteurs (Graafland, Bemelman, & Schijven, 2017). Une analyse du regard des participant·es peut également être utilisée avec de l'eye-tracking afin de déterminer sur quels éléments ces derniers portent leurs regards et détailler les zones ignorées. Enfin, la technique de l'arrêt du scénario ou « freeze technique » peut être utilisée. Au cours du déroulement du scénario, les participant·es sont exposé·es à un arrêt et doivent exprimer ce qu'ils ont compris de la situation et la manière dont ils envisagent son évolution (Flin et al., 2015). Pour ce qui est de la prise de décision, on peut avoir recours à des jeux de tactiques ou, comme évoqué précédemment, à la technique de l'arrêt du scénario, avec une pause en cours de déroulement. Les participant·es sont alors interrogé·es sur ce qu'ils feraient, ainsi que sur les choix ou les décisions pour lesquels elles·ils opteraient (Crichton, 2009 ; Graafland et al., 2014).

En ce qui concerne les CNT sociales (voir Tableau 17), le travail d'équipe, le leadership et la communication sont souvent associés. C'est justement l'objet du CRM qui permet de

travailler sur l'ensemble de ces compétences de travail en équipe lors de situations d'urgence ou de crise, dans le respect de ses cinq grands principes : attribution claire des rôles, communication, soutien mutuel, attribution des ressources et évaluation globale (Boet et al., 2013 ; Flin et al., 2015 ; Lowe, 2018 ; Robertson, Dias, Yule, & Smink, 2017 ; Volk, 2017). Il est également possible de construire des scénarios plus ciblés sur la communication dans lesquels les membres d'une équipe sont invités à se mettre d'accord sur un diagnostic, ce qui exige de chaque participant·e qu'elle·il mette en place un raisonnement explicite et qu'elle·il le communique aux autres (Tschan et al., 2009). Des scénarios centrés sur la communication ouverte sont également implémentés (Roussin, Larraz, Jamieson, & Maestre, 2018). Pour le travail en équipe, un autre type de scénario de simulation est également envisageable, tel que l'échange de rôle ou « cross training » qui permet d'appréhender le rôle et le point de vue des autres membres de l'équipe dans une situation donnée (Flin et al., 2015 ; Salas, King, & Rosen, 2012). Enfin, le leadership est une compétence qui implique l'ensemble des CNT, puisqu'il suppose des comportements simultanément centrés sur la tâche et sur l'équipe (Flin et al., 2008). Les scénarios doivent donc inclure une situation de travail en équipe, mettre en jeu la prise de décision et aller jusqu'au bout des conséquences possibles de cette décision (Flin et al., 2008).

Tableau 17 - Présentation synthétique de quelques modèles de scénario de simulation pour les CNT

CNT		Exemples de modèles de scénario	Exemple de mesures possibles
Compétences cognitives	Conscience de la situation	Jeux sérieux Interruption de tâche Ajout de distracteurs Arrêt de scénario ou « freeze technique »	Analyse des regards (eye-tracking) Compréhension et évolution de la scène ou des évènements
	Prise de décision	Jeux de tactique Arrêt de scénario ou « freeze technique »	Choix et argumentation de la décision
Compétences sociales	Travail d'équipe, leadership, communication	CRM (situation de crise ou d'urgence)	Issue de la situation à la fin du scénario
	Communication	Etablissement d'un diagnostic en équipe Communication ouverte	
	Travail en équipe	Echange de rôle ou « cross-training »	
	Leadership	Situation de travail en équipe avec prise de décision	Issue de la situation à la fin du scénario

Ainsi, plusieurs possibilités de scénarios sont possibles pour former aux CNT par la simulation. Toutefois, ils peuvent présenter différents de niveaux de fidélité et ne sont pas nécessairement spécifiques à un type de simulateur. Par ailleurs, la formation en RV n'apparaît pas comme une modalité fréquente pour les CNT. Nous avons donc tenté, à travers une analyse systématique de la littérature, d'examiner dans quelle mesure les CNT pouvaient être développées par la formation en RV. Le sous-chapitre suivant se propose de présenter cette revue de question systématique sur l'apprentissage des CNT en santé par la simulation en RV.

3.1. Présentation de l'article en français⁴

Cette revue systématique, menée conformément aux lignes directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2010) vise à passer en revue les recherches actuelles sur la simulation en RV pour la formation en santé, plus particulièrement pour développer les CNT (cf. Annexe 3 Feuille PICOS (Riending, 2002) pour l'écriture de l'équation de recherche).

Les bases de données PsycInfo et Medline ont été interrogées en se limitant aux publications en anglais, dans des revues à comité de lecture, sur la période de 2007 à 2017. Pour sélectionner les articles, nous avons fixé les critères d'inclusion suivants : professionnel·les de santé travaillant au sein d'équipes, utilisation de la RV en contexte d'apprentissage avec recueil de données, et enfin, CNT telles que définies par Flin et al. (2008). Sur les 1 377 publications recensées, 80 ont fait l'objet d'une évaluation d'admissibilité et 26 ont finalement été incluses dans la synthèse qualitative. Les principaux motifs d'exclusion sont les suivants : la population n'était pas celle visée ou il s'agissait de professionnel·les de santé travaillant seul·es ou en équipe restreinte, le contexte pédagogique n'était pas celui défini, le terme de virtuel ne se référait pas à la RV, et enfin, les compétences visées n'étaient pas les CNT. Pour valider le processus de sélection, un double codage a été effectué sur un échantillon de 30% des articles.

Une première comparaison des 26 articles finalement retenus a permis de synthétiser les objets de leurs études. Quand elles sont précisées, les spécialités médicales majoritairement impliquées sont les urgences, l'urologie et la gastro-entérologie. En effet, un certain nombre d'articles concerne la formation en santé ou l'interprofessionalité, sans référence précise à une

⁴ Bracq, M.-S., Michinov, E., & Jannin, P. (2019). Virtual reality simulation in nontechnical skills training for healthcare professionals: A systematic review. *Simulation in Healthcare, 14*(3), 188–194. <https://doi.org/doi: 10.1097/SIH.0000000000000347>

spécialité. Les participant·es aux études présentées sont des infirmier·es pour huit d'entre elles, des chirurgien·nes pour sept autres. Dans la plupart des articles, les participants sont des internes, des étudiants, des professionnels de santé, ou des stagiaires. L'utilisation de la RV pour former aux CNT est récente dans l'enseignement en santé et a nettement augmenté depuis 2010. Les CNT abordées sont principalement liées au travail d'équipe, à la communication et à la conscience de la situation, et sont peu étudiées isolément. Les outils utilisés pour évaluer les CNT sont le plus souvent des taxonomies dédiées, mais elles ne sont pas nécessairement spécifiques à la santé. Elles peuvent également être évaluées par d'autres échelles ou des questions ouvertes. Enfin, si la majorité des études évalue l'utilisabilité et l'acceptabilité de la simulation en RV (niveau 1 du modèle de Kirkpatrick) et ses effets sur le développement des CNT (niveau 2), très peu d'entre elles mesurent le transfert de ces compétences au bloc opératoire (niveau 3) et aucune n'évalue l'impact sur la qualité des soins pour les patient·es (niveau 4). Une seconde comparaison s'est concentrée sur les objectifs et les résultats des 26 études. La plupart d'entre elles concernent l'acceptabilité des simulateurs et des scénarios de simulation, les autres étudient l'intégration de modules de simulation en RV pour les CNT dans le cursus de formation.

Sur le plan technique, les simulateurs de RV sur écran et les mondes virtuels sont les systèmes les plus fréquemment utilisés. Les mondes virtuels sont principalement utilisés pour la formation à la santé et les urgences, et les simulateurs sur écran sont utilisés dans des spécialités qui pratiquent en laparoscopie. Parmi celles-ci, l'urologie intègre les CNT au fur et à mesure de l'avancée du cursus. Les environnements immersifs sont les moins utilisés.

Les avantages de la RV pour la simulation et les CNT, qui émergent de cette revue de littérature, sont le réalisme, la possibilité de faire et refaire sans risque, ainsi que le fait de proposer des scénarios standardisés. Par ailleurs, les participant·es soulignent l'acceptabilité de la RV qui, selon elles·eux, offre une bonne préparation aux situations cliniques, ainsi que l'impact positif sur leur sentiment d'efficacité personnelle et leur motivation. Enfin, les simulateurs en RV permettent de générer des données pouvant fournir un feedback et être utilisés pour suivre la progression des apprenant·es, mais aussi pour faire des comparaisons à

plus grande échelle ou à visée de recherche. Cependant, du fait de la récence de cette technologie, les études actuelles sont majoritairement des études d'acceptabilité, et dans une moindre mesure, des études sur l'apprentissage ou la mise en pratique des CNT. D'autre part, les outils d'évaluation des CNT sont divers et ne présentent pas tous le même degré de validité.

Les recherches futures peuvent se donner pour objectif de valider les outils d'évaluation des CNT pour les environnements virtuels, d'évaluer les possibilités offertes par les technologies voisines utilisant la RV, comme la réalité mixte ou augmentée, d'imaginer des méthodes de débriefing en RV et enfin, d'évaluer l'impact de cette modalité de simulation pour les CNT, en particulier, le transfert de ces compétences au bloc opératoire, et l'effet sur la sécurité des soins et leur coût.

Les principales limites de cette revue de littérature sont le fait de n'avoir effectué notre curation que sur deux bases de données, et d'avoir considéré uniquement les articles publiés en anglais. De même, notre définition de la RV et des CNT, ainsi que nos choix de mots clé ont pu limiter les résultats de la collecte d'articles.

3.2. *Article 1 - Virtual reality simulation in non-technical skills training for healthcare professionals: A systematic review*

INTRODUCTION

With the publication of *To Err is Human* in 1999⁽¹⁾ and *Safety at the Sharp End*⁽²⁾, attention was drawn to the importance of human factors in operational teams, identifying skills that were first described for crew resource management in aviation and other high-risk industries. Flin described these non-technical skills (NTS) as “the cognitive, social and personal resource skills that complement technical skills, and contribute to safe and efficient task performance”⁽²⁾. In Flin’s taxonomy, NTS included individual cognitive skills (e.g., situation awareness, decision-making, coping with stress and management of fatigue) and interprofessional social skills (e.g., cooperation and teamwork, conflict resolution, leadership). Evidence that human factors have an impact on surgical performance⁽³⁾ led to the development of training programs focusing on NTS to improve patient safety⁽⁴⁾. Using Flin’s taxonomy, several tools (i.e. ANTS, NOTSS, SPLINTS) have been designed to provide surgical teams with a common language to discuss and develop the human factors that are critical for patient safety⁽⁵⁾.

Several studies have demonstrated the efficiency of simulation for knowledge acquisition and for technical⁽⁶⁻⁸⁾ and non-technical^(9,10) skills training in healthcare. Training healthcare professionals to manage rare or critical events in a standardized manner and without risk for the patient has become a major challenge⁽¹¹⁾. Although the benefits of simulation have been well documented, the human resources required for mannequin or standardized patient-based simulation and the availability of human resources in simulation centers remain scarce. However, various simulation methods have recently been developed using real actors, mannequins, standardized patients, computer simulators or serious games.

With the development of technology and the “laparoscopic surgery revolution”⁽¹²⁾, Virtual Reality (VR) simulators are being used more widely in both professional practice and

education programs^(13,14). VR is a broad concept that encompasses three categories of simulators: screen-based VR simulators, virtual worlds, and immersive virtual reality environments. First, screen-based VR simulators have been used since the nineties to develop psychomotor skills for endoscopic surgery⁽¹⁵⁾. They consist of an interface comprising a computer and monitors coupled to mechanical devices or haptic units⁽¹⁶⁾. This kind of simulator requires very little set-up time and can be used repeatedly by learners for practice in different pathologies and with a number of anatomical variations⁽¹⁷⁾. Second, virtual worlds are three-dimensional virtual environments based on multiplayer online gaming, allowing users to free themselves from geographical proximity or time constraints (individual connection and full time access)⁽¹⁸⁻²⁰⁾. For health professionals, medical furniture, instruments, devices, tools and characters are added to create dedicated medical virtual worlds⁽²¹⁾. Lastly, immersive virtual reality environments combine three-dimensional imaging, interactions with the environment, possible haptic feedback and head-mounted displays (HMD) or cave automatic virtual environments (CAVE, room-sized cube VR environments) to immerse the user and occlude the real world in order to provide a feeling of presence^(13,22).

The effects of VR-based training on healthcare professionals have mostly been studied in relation to the development of technical skills, either surgical (e.g., procedure, planning, knowledge of instruments) or psychomotor (e.g., dexterity, accuracy, speed)^(23,24). The use of VR simulation-based training for the development of NTS seems to be less common. In view of the recent developments described above, a systematic review of how VR has been used for NTS skills training and assessment could provide powerful new insights into the value and efficiency of this technique. This paper provides such a review, focusing on the use of virtual reality in the evaluation and development of a predefined set of cognitive and interprofessional social skills required by healthcare professionals.

METHODS

Data source and search strategy

This systematic review followed the guidelines of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)⁽²⁵⁾. The PICOS worksheet and search strategy⁽²⁶⁾ were used to organize our research topics and terms, combining five concepts: Population, Intervention, Comparison, Outcome and Settings. Based on this framework, we produced a comprehensive research equation: “(nurs* OR scrub nurse OR surgeon* OR medical student OR nursing student OR health* OR clinical) AND (virtual reality OR virtual* OR virtual gaming simulation OR immers* OR serious game) AND (skills training OR training OR medical education) AND (non-technical skill* OR cognitive skill* OR team* OR leadership OR communicat* OR decision making OR task management)”. We searched two main databases, Psycinfo and Medline, because they both cover our fields of interest (healthcare, VR and NTS) and because their query forms are very similar, allowing us to use the same research equation. The search was conducted in May 2017 with a final extraction for screening on 11th December 2017.

Selection criteria

Inclusion of articles was based on the following criteria: 1) Focus on healthcare professionals working in teams; 2) Focus on Virtual Reality used in an educational or training context that includes outcomes data; 3) Focus on NTS in line with Flin’s pre-defined set of NTS referring to cognitive skills (situation awareness, decision-making, stress and management fatigue) and interprofessional social skills (cooperation and teamwork, conflict resolution, leadership). To get the most reliable source of scientific information, only publications in peer-reviewed journals were considered. Since VR is a relatively new technology, the period chosen for study selection was between 2007 and 2017. Finally, to have an international overview, only articles written in English have been retained.

Study selection and eligibility criteria

We extracted 1373 references, 460 on Psycinfo and 913 on Medline. Four others found on Google Scholar while reading on the subject were added, thus making a total of 1377 references. We removed 188 abstracts in duplicate, resulting in 1189 titles and abstracts to read for selection. At this stage of the process, 1109 references were excluded.

In accordance with the first selection criterion, study populations that did not involve health professionals (e.g. pedestrians, cyclists, students, athletes or patients) were removed, as well as those working in smaller teams or solo (e.g. dentists, pharmacists and vets).

Following the second selection criterion, articles dealing with learning methods that were not the focus of this study were deleted (e.g., e-learning, e-classroom, web-based learning, telemedicine, mobile applications, social networks). According to the same criterion, some references were also excluded because the term “virtual” was used without referring to virtual reality (e.g., virtual teams, virtual communities, virtual classroom, virtual consultations and virtual patients). There is a vast literature on the “Virtual Patient”, focusing on the interpersonal social skills of healthcare professionals required to facilitate accurate diagnosis, give appropriate advice, and instruct patients about treatment. As these skills do not come within the scope of our predefined set, these references were not included in the present review.

Finally, according to the third criterion, articles that did not address NTS were excluded: knowledge representation (anatomy, physiology, histology, 3D planning for radiotherapy), technical skills, interpersonal patient-physician relationship (diagnosis, notification of critical results or pathology), psychiatric disorders (dementia, post-traumatic stress disorder), or remediation (cognitive behavioral therapy, rehabilitation) that also use VR technologies but are out of the scope of this review.

This initial selection included 80 articles with abstracts that were insufficiently clear to decide whether or not they were eligible, and these were uploaded in order to read the full text. However, five remained unavailable even after their main authors were contacted by e-mail, which reduced the number of articles to read to 75.

After the full-text analysis, 49 articles were excluded for four reasons: 1) they did not involve NTS (n= 31), 2) they did not use virtual reality (n= 15), 3) they did not involve health professionals (n= 2), or 4) it was a review article with no experiment (n=1).

Selection bias (interrater reliability)

To check the validity of the study, a sample of the articles (30%) was independently coded by the second author. Based on the eligibility criteria, the second coder decided whether or not to examine an article in depth. After reviewing the abstract and full text, the two coders, meaning the first and second authors, agreed on 26 articles, 11 that should be selected and 15 rejected. Their opinions only diverged on the implementation of NTS in one article (3.7%), which was eventually excluded (Cohen Kappa = .92). The selection process is summarized in the flowchart (see Figure 1).

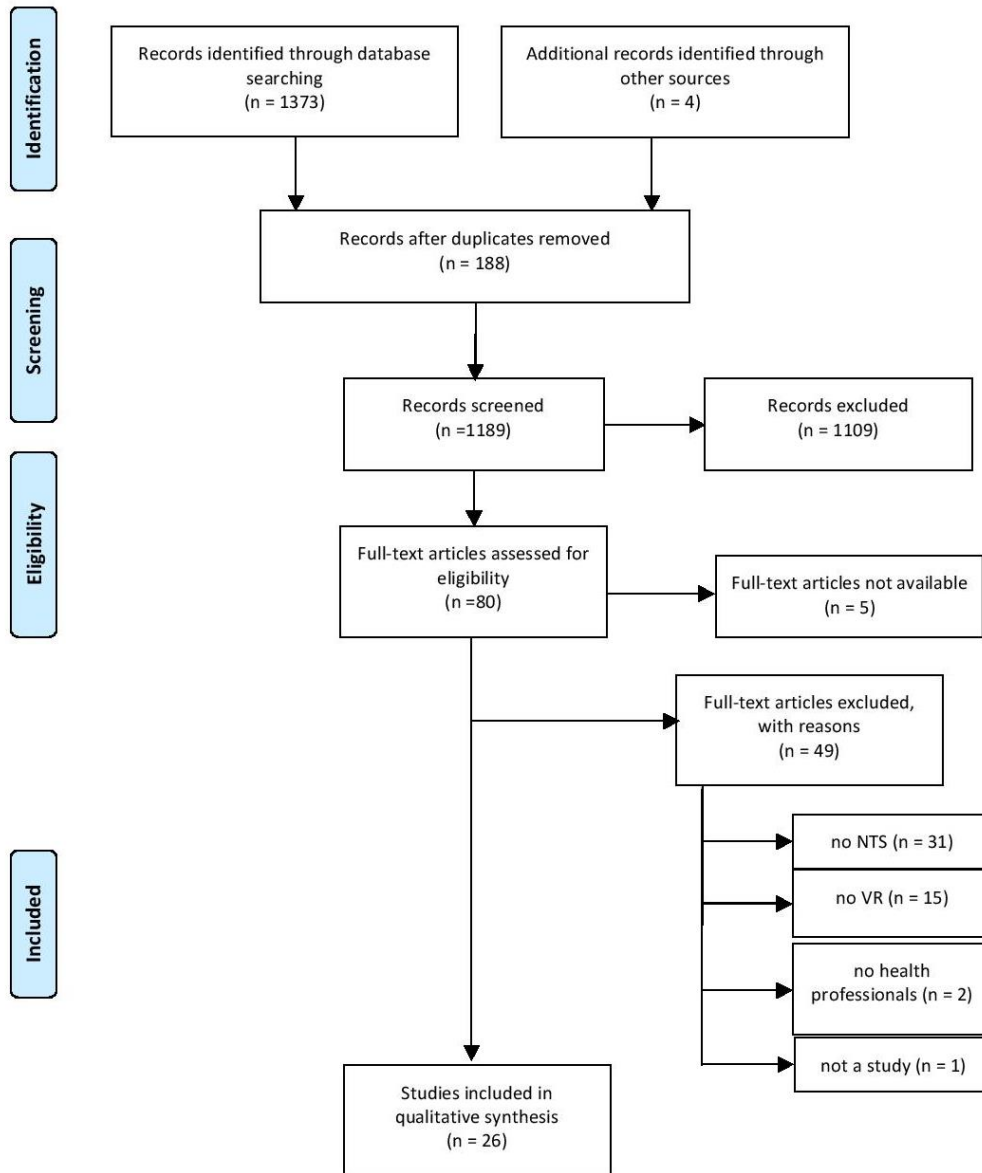


Figure 1 – Flowchart of systematic review

To obtain a descriptive analysis of the results of this review, we drew up a comparative table, focusing on medical specialties, VR simulator typologies, study populations, and assessed NTS. For the latter, when assessment tools were mentioned, presence or absence of their validity evidence in the virtual environment was also examined. Another criterion for the analysis was outcomes, according to Kirkpatrick's levels (see Table 1, Supplemental Digital Content 1, which shows the characteristics of the studies included in the review). This framework was chosen because the Kirkpatrick Model⁽²⁷⁾ is frequently used to evaluate training

programs; for example, it was recently used to evaluate serious games for training healthcare professionals⁽²⁸⁾. This model has four levels: 1) affective reactions after the training program, 2) improvement of knowledge and skills, 3) change of behavior and transfer of skills in professional contexts, 4) increased patient care quality and reduced costs.

RESULTS

Study characteristics

VR is a recent technology and, as expected, the number of articles published per year over the last decade on this subject is rather low although it has been increasing, with a peak of seven articles in 2015. The median number of articles published per year is two (interquartile range [IQR] = 3-1, *min* = 0, *max* = 7).

Regarding sample size, the average number of participants was 39.69 (*min* = 10, *max* = 148, *SD* = 37.33). Looking more closely at their study design, 17 studies used an experimental design (pre-test/post-test, group comparisons or control/test group comparisons)⁽²⁹⁻⁴⁴⁾, nine were observational studies^(18-20,45-50), and one was based on qualitative interviews⁽⁵¹⁾.

Medical specialties

Emergency medicine^(18,19,32,44,47) and health education^(20,37,41,50,51) stand out from the rest with five articles each, but the latter includes issues that potentially concern all specialties or health professionals in different sectors. Next are urology^(29,30,40,48) and gastroenterology^(33,34,45,46) with four articles each. A further eight articles dealt with interprofessionalism^(18,32,37,41,47-50).

Study populations

Most of the studies include a range of professions: nurses feature in eight articles^(19,20,32,37,38,40,48,49), surgeons^(33,35,38,39,43,45,46) in seven, and five articles mention other professionals^(18,19,32,37,38). With regard to students, 12 articles involve residents or postgraduate trainees^(18,33,35,36,38-40,42,44-46,48), ten concern health students regardless of their level or specialty^(30,31,39,41,44-47,50,51), and three articles mention trainees^(29,34,38).

VR systems

In the studies selected for review, two technologies are equally represented: Screen-based VR simulators in 12 studies^(29,30,33,34,36,38–40,42,43,48,49) and virtual worlds in 12 articles^(18–20,31,32,35,37,41,44,47,50,51). Immersive virtual worlds are less common, as they are found in only three studies^(39,45,46).

NTS and assessment metrics

Among the 26 studies, the most frequently investigated NTS is teamwork, which is mentioned in 19 articles^(18,19,29–32,34,35,37,38,40–42,45,47–51). After that is communication (15/26)^(18,29,30,32–34,37,38,40–42,47–50), followed by situation awareness (10/26)^(18,20,29–31,34,42,46,48,51), decision-making (8/26)^(18,20,29,30,32,34,40,42), leadership (8/26)^(18,29,30,34,37,41,42,44), and stress management (6/26)^(18,36,39,43,44,46). Most studies measured more than one NTS construct, with the exception of three articles focusing specifically on stress management^(36,39,43), three others on teamwork^(19,35,45), and one on communication⁽³³⁾.

Specific metrics for NTS assessment are mentioned or described in detail in 16 articles^(18,20,29–37,41–44,49), ten of which^(18,29,30,33,34,37,41–44) mention and use specific validated assessment tools for NTS in the operating room or in a clinical environment (i.e. NOTECHS, NOTSS, T-NOTECHS, CGRS, M-OSANTS, TOSCE, T-TAQ, SURG-TLX, EMCRM). These assessment tools are presented as validated for simulation^(52,53), but none of them mention their validation in the very specific context of VR simulation. Four articles^(31,34,36,42) use scales designed for a specific NTS, but are not specific to the operating room or to health professionals (i.e. situation awareness, self-efficacy, anxiety). Six articles^(18,20,32,35,43,49) use their own tools or checklists, or open-ended questions rather than a questionnaire. Again, none of these tools or checklists take into consideration the specificity of VR simulation, but are simply transferred from real life or traditional simulation contexts.

Outcome measures

The levels of assessment of the simulators or scenarios used in the studies reach Kirkpatrick's level 1 (affective reactions) in 19 articles^(18–20,29,30,32,37–48,51) and level 2 (learning: attitude, knowledge) in 18^(18,20,29–37,39,41–44,49,50). Level 3 (behavior) is only reached in two

articles^(33,34) that describe a test of skills transfer to the clinical environment in order to evaluate behavioral changes among trainees. No studies were found that reached level 4 (results) evaluating the effect of simulation on patient care quality and cost.

Overall, this review demonstrates that few medical specialties use virtual reality for NTS training. The most frequently used systems are screen-based VR simulators or virtual worlds, while immersive virtual worlds are rarely used. The most frequently studied NTS are the interpersonal and interprofessional social skills needed for effective medical teams, including teamwork and communication, together with situation awareness, which is a crucial cognitive ability.

Objectives and findings of the studies

Two main categories of study objectives emerged from our review (see Table 2, Supplemental Digital Content 2, which shows the objectives, measures and main findings of the studies).

The majority of studies are simulator or scenario centered, with a clear goal of establishing the acceptability of the technology for NTS training. This is the goal of 20 articles^(18–20,29,31,35–39,41–49,51). As VR has only been introduced in healthcare training recently, it seems logical to assess this first. The general conclusion of these studies is that VR simulators offer promising opportunities for NTS training of health professionals. Their acceptability as an NTS training tool is validated either directly^(37,41) or through one or more of its predictors as defined by Nielsen's model of system acceptability⁽⁵⁴⁾: validity or fidelity^(18,29,38,39,42,45,46), usefulness or utility^(41,42,44,46), efficiency, effectiveness or efficacy^(19,35,47,48), and usability^(20,43,47). The acceptability of VR simulators is not assessed alone but together with teamwork^(19,35,37,38,41,45,47,48,51), situation awareness^(20,31,46), stress management^(39,43,46), self efficacy⁽³⁶⁾, and leadership⁽⁴⁴⁾, or with several NTS using a dedicated assessment tool such as NOTECHS or NOTSS^(18,29,42).

The purpose of the six remaining articles, among the most recent ones of this review, is to propose different uses of VR simulation. One includes a virtual reality program that focuses on communication tools as an initial introduction to team communication strategies⁽⁵⁰⁾. The

other five are curriculum centered, their objectives being to incorporate NTS training modules using VR simulators in the medical curriculum: four of them describe distributed simulation^(30,33,34,40), in other words, the use of VR simulators initially designed for teaching technical skills in wider settings or scenarios⁽²⁹⁾, and the fifth⁽³²⁾ addresses emergency preparedness using a virtual world.

DISCUSSION

There are few medical specialties that use virtual reality simulation for NTS and their goals vary. First, virtual worlds are used in healthcare education and in emergency medicine to provide practice opportunities for rare events or extreme situations that are difficult to set up in real life. Second, screen-based VR simulators are used for technical skills training in domains involving laparoscopic surgery or robotic-assisted surgery, such as gastroenterology^(33,34) and urology^(30,40) curricula. In the latter, NTS are introduced progressively in VR simulation scenarios as trainees develop their technical skills⁽⁵⁵⁾. This is congruent with the conclusions of Shamim-Khan et al. (2013)⁽⁴⁰⁾ and Rudarakanchana et al. (2014)⁽³⁸⁾ who observed that junior trainees focus more on technical skills and feel that the introduction of NTS adds stress and anxiety due to the need to multitask. It also follows the hierarchy of core, procedural and team skills proposed by Windsor (2009), who illustrates it with a musical analogy of note, melody and harmony: just like musicians begin to learn playing a note before trying to play a melody and then join an orchestra, core skills such as knot tying, dissecting or suturing, for example, should be trained before procedural skills (i.e. how to dissect out a pathology). Then, team skills can be trained⁽¹²⁾. Nevertheless, this progression does not enjoy consensus and must be considered for each set of NTS. For example, the addition of cognitive skills likely to help error-detection to technical skills training can result in more effective learning⁽⁵⁶⁾.

Screen-based VR simulators or virtual worlds are thus the most frequently used systems. Immersive virtual worlds are less commonly used and are mentioned in only three articles^(39,45,46), two of them using head-mounted displays^(39,46). They were published between

2015 and 2016, which corresponds to the time when HMD such as Oculus Rift or HTC Vive became mainstream, even though immersive VR simulation is not a new technology in healthcare as it has been used since the early 2000s⁽⁵⁷⁾. It will be interesting to see how these devices will be used in the future as their comfort and fields of view improve, and how they can be integrated into new surgical training modules.

One of the major interests of VR is its realism, which is stressed in several studies^(29,38,39,42,45,46). Even though avatars may sometimes behave awkwardly, and haptic feedback may be approximate or missing, participants still recognise the main features of their environments or work organizations. This contributes to the feeling of immersion mentioned in two articles^(19,39). These two notions are of particular interest in that they help trainees gain confidence^(19,29,37,42) by providing them with new learning opportunities, such as discovering an emergency room without stress⁽⁴⁷⁾, or being able to develop the skills needed to react to disasters when training in an unfamiliar environment⁽³²⁾. However, the degree of realism expected in a VR simulator has to be questioned for each scenario: if more haptic feedback, such as somatosensations or kinematic interactions, is expected with a high degree of fidelity, too much realism for an avatar in virtual worlds can lead to anxiety and rejection, due to the uncanny valley phenomenon. According to this theory, participants react favorably to environments that are very similar or very dissimilar to reality, but are uncomfortable with intermediate realism^(58,59).

The affective component of learning has been described as one of the four key criteria for simulation-based learning, which is centered on the learners' needs and for which motivation and self-efficacy are key concepts⁽⁶⁰⁾. With this in mind, many VR simulators allow participants to replay their session, helping them recognize and analyze both their interactions and their emotions⁽⁶¹⁾. The emotional impact of VR simulation on self-efficacy is emphasized and appreciated by trainees⁽⁴⁴⁾, as well as the opportunity provided by some scenarios to communicate with other disciplines before any clinical practice⁽⁴⁷⁾ or to experience human interactions in problematic environments⁽⁵¹⁾. In terms of motivation, VR simulation seems to

be of particular interest as it is described as a highly rated learning experience⁽³⁷⁾, preferred to standard didactic lectures⁽⁴⁶⁾, and seen as excellent preparation for clinical situations⁽⁴⁷⁾.

Another interest of VR simulation is data generation because VR simulators can track and record every action. The data are used to give learners feedback on their performance and progress over time through their profile, allowing them to verify their skills acquisition and become proactive in their learning. But they also help educators better understand their students' learning processes, allowing them to adjust their inputs and complement their traditional teaching methods with appropriate simulations⁽⁵⁰⁾. In addition, as most VR simulators and scenarios can be used in different cultural and geographic environments, the collected data could also be used for further intercultural studies of NTS⁽⁵⁰⁾.

The most frequently studied NTS are interpersonal and social skills, such as teamwork and communication. As a cognitive skill, situation awareness also features frequently, as it is a crucial personal skill, especially in dynamic environments such as medical settings where it can impact decision-making and communication⁽⁶²⁾. While the capacity of VR environments to recreate realistic situations makes it suitable for stress management training, none of the articles selected for this review discuss fatigue management. Even though VR is used to that end for patient-focused psychological therapy, healthcare professionals may not perceive fatigue and stress management as an issue warranting the use of simulation scenarios.

Most studies are set up to assess a simulator or scenario, reaching Kirkpatrick's level 1 (affective reaction) or 2 (learning). According to these articles, VR simulators offer NTS training opportunities for healthcare students, as their feasibility, usability, validity, acceptability or effectiveness have been validated in different situations. However, their conclusions recommend further studies. The impact of VR simulation on NTS training still requires more systematic assessment in routine clinical practice in order to validate a possible transfer of skills for health professionals and to determine whether it achieves its ultimate goal of improving patient safety (Kirkpatrick's level 4). This is challenging because patient safety is multifactorial, and because, as this review shows, validated tools to assess NTS are not systematically used, making large-scale comparisons difficult. Furthermore, few studies

mention the inclusion of NTS training using VR simulators in the curriculum as a way of helping students progress.

To continue the development of VR systems for NTS training, four lines of research are required. First, studies are needed regarding the validation of specific NTS assessment tools for VR simulation. So far, these tools have not been validated, which may impact their evaluation in these specific environments. Second, studies are needed to estimate the different technical possibilities offered by VR technologies for NTS training, such as mixed and augmented reality. Third, debriefing is considered a key element for skills transfer in simulation-based training⁽⁶³⁾. While this has been studied in different simulation contexts⁽⁶⁴⁾ and with different frameworks⁽⁶⁵⁾, specific debriefing methods for VR simulation are scarce. Avatar-based debriefing⁽⁶⁶⁾, for example, could be developed for health education. Fourth, future studies should evaluate the effects of these training methods at different levels of learning: attitudes, skills, transfer of skills, and cost-benefit ratio. In particular, more studies are needed in the near future to investigate the transfer of skills to the operating room (Kirkpatrick's level 3) and to validate VR simulation as an efficient training tool for NTS. But what is really missing is the impact of these tools on the quality of care for patients and on the overall cost of care (Kirkpatrick's level 4), which has not yet been established.

Limitations

As our search was limited to 2 databases, there is a risk that some relevant articles were missed. The decision to select only articles written in English also excludes studies published in other languages. Our search may also have been limited by the definitions of VR and NTS, as the keywords may not have used a very specific terminology, such as *avatar*, *3-dimensional*, *HMD*, *mixed* or *augmented reality*. Augmented reality, the integration of digital information into the physical world in real time, or mixed reality, the use of real objects to enhance simulations, are related to virtual environments or VR settings⁽⁶⁷⁾. Thus, some studies may use simulators based on VR technology but not specify it in their keywords. However, in order to be as comprehensive as possible for this review, the search request was replicated, replacing

virtual reality with augmented and mixed reality: 58 articles were found but none of them dealt with NTS training.

Another limitation of this review is that NTS are not always defined and explicitly operationalized in studies and are sometimes concealed behind technical skills on which they are highly dependent. Finally, a limitation concerns Virtual Patient simulation, focusing on the interpersonal social skills of healthcare professionals with their patient. It was decided that this did not come within the set of skills defined for this review. However, there is a vast literature on Virtual Patients, which are frequently used in virtual worlds and virtual immersive environments. A systematic literature review concerning the development of interpersonal social skills and communication with patients via VR could thus be examined in another paper.

Conclusion

In conclusion, VR simulation systems are a recent development in health education. The use of VR simulators has increased for technical skills training, but to a lesser extent for NTS (i.e. cognitive and interprofessional social skills). This systematic review of articles published from 2007 to 2017 shows that screen-based VR simulators or virtual worlds are the most frequently used systems, and teamwork, communication or situation awareness are the most frequently addressed NTS. The evaluation of VR systems as training tools is essential, but there has, so far, been little systematic research. The majority of studies evaluate the usability and acceptability of VR simulation, and few studies have measured the effects of VR simulation on non-technical skills development.

Nevertheless, the development of VR technologies and the portability of VR systems offer a very promising outlook for the future training of healthcare professionals. The wide range of possible scenarios that can be simulated, especially for NTS training, will undoubtedly contribute to the “successful integration of simulation throughout the fabric of healthcare”⁽¹¹⁾.

REFERENCES

1. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS, Institute of Medicine. *To Err Is Human: Building a Safer Health System*. Washington, DC: National Academic Press; 1999. 312 p.
2. Flin R, O'Connor P, Crichton M. *Safety at the sharp end, a guide to non-technical skills*. Farnham: Ashgate Publishing Limited; 2008. 317 p.
3. Hull L, Arora S, Aggarwal R, Darzi A, Vincent C, Sevdalis N. The impact of nontechnical skills on technical performance in surgery: a systematic review. *J Am Coll Surg*. 2012;214(2):214–230.
4. Gordon M, Darbyshire D, Baker P. Non-technical skills training to enhance patient safety: a systematic review: Non-technical skills education: a systematic review. *Med Educ*. 2012 Nov;46(11):1042–54.
5. Flin R. *Non-technical skills for anaesthetists, surgeons and scrub practitioners (ANTS, NOTSS and SPLINTS)*. Health Found. 2013;
6. Agha RA, Fowler AJ. The role and validity of surgical simulation. *Int Surg*. 2015 Feb;100(2):350–7.
7. Harder BN. Use of Simulation in Teaching and Learning in Health Sciences: A Systematic Review. *J Nurs Educ*. 2010 Jan 1;49(1):23–8.
8. McGaghie WC, Issenberg SB, Cohen ER, Barsuk JH, Wayne DB. Does Simulation-Based Medical Education With Deliberate Practice Yield Better Results Than Traditional Clinical Education? A Meta-Analytic Comparative Review of the Evidence: *Acad Med*. 2011 Jun;86(6):706–11.
9. Cumin D, Boyd MJ, Webster CS, Weller JM. A Systematic Review of Simulation for Multidisciplinary Team Training in Operating Rooms: *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2013 Jun;8(3):171–9.
10. von Wendt CEA, Niemi-Murola L. Simulation in Interprofessional Clinical Education: Exploring Validated Nontechnical Skills Measurement Tools. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2017 Nov;1.

11. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care*. 2004 Oct 1;13(suppl_1):i2–10.
12. Windsor JA. Role of simulation in surgical education and training. *ANZ J Surg*. 2009 Mar;79(3):127–32.
13. Mantovani F, Castelnuovo G, Gaggioli A, Riva G. Virtual reality training for health-care professionals. *Cyberpsychol Behav*. 2003;6(4):389–395.
14. Palter VN, Grantcharov TP. Virtual reality in surgical skills training. *Surg Clin North Am*. 2010 Jun;90(3):605–17.
15. van Dongen KW, Ahlberg G, Bonavina L, Carter FJ, Grantcharov TP, Hyltander A, et al. European consensus on a competency-based virtual reality training program for basic endoscopic surgical psychomotor skills. *Surg Endosc*. 2011 Jan;25(1):166–71.
16. Van Herzelee I, Aggarwal R, Neequaye S, Darzi A, Vermassen F, Cheshire NJ. Cognitive training improves clinically relevant outcomes during simulated endovascular procedures. *J Vasc Surg*. 2008 Nov;48(5):1223-1230.e1.
17. Blackburn SC, Griffin SJ. Role of simulation in training the next generation of endoscopists. *World J Gastrointest Endosc*. 2014 Jun 16;6(6):234–9.
18. Cohen D, Sevdalis N, Patel V, Taylor M, Lee H, Vokes M, et al. Tactical and operational response to major incidents: feasibility and reliability of skills assessment using novel virtual environments. *Resuscitation*. 2013 Jul;84(7):992–8.
19. Heinrichs WL, Youngblood P, Harter P, Kusumoto L, Dev P. Training healthcare personnel for mass-casualty incidents in a virtual emergency department: VED II. *Prehospital Disaster Med*. 2010 Oct 9;25(5):424–32.
20. Hudson K, Taylor LA, Kozachik SL, Shaefer SJ, Wilson ML. Second life simulation as a strategy to enhance decision-making in diabetes care: A case study. *J Clin Nurs*. 2015 Mar;24(5–6):797–804.
21. Dev P, Youngblood P, Heinrichs WL, Kusumoto L. Virtual worlds and team training. *Anesthesiol Clin*. 2007 Jun;25(2):321–36.

22. Kilmon CA, Brown L, Ghosh S, Mikitiuk A. Immersive Virtual Reality Simulations in Nursing Education. *Nurs Educ Perspect Natl Leag Nurs*. 2010 Oct 9;31(5):314–7.
23. Choudhury N, G elinas-Phaneuf N, Delorme S, Del Maestro R. Fundamentals of neurosurgery: virtual reality tasks for training and evaluation of technical skills. *World Neurosurg*. 2013 Nov;80(5):e9–19.
24. Gallagher AG, Ritter EM, Champion H, Higgins G, Fried MP, Moses G, et al. Virtual Reality Simulation for the Operating Room: Proficiency-Based Training as a Paradigm Shift in Surgical Skills Training. *Ann Surg*. 2005 Feb;241(2):364–72.
25. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *Int J Surg*. 2010;8(5):336–41.
26. Rielsing AM. Learning to learn [Internet]. Neal Schuman Publisher. New York; 2002 [cited 2017 Jan 11]. Available from:
http://uottawa.libguides.com/ld.php?content_id=13161372
27. Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD. Evaluating training programs the four levels. 3rd ed. San Francisco Emeryville, CA: Berrett-Koehler Publishers Group West [distributor]; 2006. 1 vol. (xvii-379 p.).
28. Wang R, DeMaria S, Goldberg A, Katz D. A Systematic Review of Serious Games in Training Health Care Professionals: Simul Healthc J Soc Simul Healthc. 2016 Feb;11(1):41–51.
29. Brewin J, Tang J, Dasgupta P, Khan MS, Ahmed K, Bello F, et al. Full immersion simulation: validation of a distributed simulation environment for technical and non-technical skills training in Urology. *BJU Int*. 2015 Jul;116(1):156–62.
30. Brunckhorst O, Shahid S, Aydin A, McIlhenny C, Khan S, Raza SJ, et al. Simulation-based ureteroscopy skills training curriculum with integration of technical and non-technical skills: a randomised controlled trial. *Surg Endosc*. 2015 Sep;29(9):2728–35.
31. Creutzfeldt J, Hedman L, Fell ander-Tsai L. Using Virtual World Training to Increase Situation Awareness during Cardiopulmonary Resuscitation. *Stud Health Technol Inform*. 2014 196:83–5.

32. Greci LS, Ramloll R, Hurst S, Garman K, Beedasy J, Pieper EB, et al. vTrain: a novel curriculum for patient surge training in a multi-user virtual environment (MUVE). *Prehospital Disaster Med.* 2013 Jun;28(3):215–22.
33. Grover SC, Garg A, Scaffidi MA, Yu JJ, Plener IS, Yong E, et al. Impact of a simulation training curriculum on technical and nontechnical skills in colonoscopy: a randomized trial. *Gastrointest Endosc.* 2015 Dec;82(6):1072–9.
34. Khan R, Scaffidi MA, Walsh CM, Lin P, Al-Mazroui A, Chana B, et al. Simulation-Based Training of Non-Technical Skills in Colonoscopy: Protocol for a Randomized Controlled Trial. *JMIR Res Protoc.* 2017 Aug 4;6(8):e153.
35. Khanal P, Vankipuram A, Ashby A, Vankipuram M, Gupta A, Drumm-Gurnee D, et al. Collaborative virtual reality based advanced cardiac life support training simulator using virtual reality principles. *J Biomed Inform.* 2014 Oct;51:49–59.
36. Maschuw K, Osei-Agyemang T, Weyers P, Danila R, Bin Dayne K, Rothmund M, et al. The impact of self-belief on laparoscopic performance of novices and experienced surgeons. *World J Surg.* 2008 Sep;32(9):1911–6.
37. Riesen E, Morley M, Clendinneng D, Ogilvie S, Ann Murray M. Improving interprofessional competence in undergraduate students using a novel blended learning approach. *J Interprof Care.* 2012 Jul;26(4):312–8.
38. Rudarakanchana N, Van Herzeele I, Bicknell CD, Riga CV, Rolls A, Cheshire NJW, et al. Endovascular repair of ruptured abdominal aortic aneurysm: technical and team training in an immersive virtual reality environment. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2014 Aug;37(4):920–7.
39. Sankaranarayanan G, Li B, Manser K, Jones SB, Jones DB, Schwaitzberg S, et al. Face and construct validation of a next generation virtual reality (Gen2-VR) surgical simulator. *Surg Endosc.* 2016 Mar;30(3):979–85.
40. Shamim Khan M, Ahmed K, Gavazzi A, Gohil R, Thomas L, Poulsen J, et al. Development and implementation of centralized simulation training: evaluation of

- feasibility, acceptability and construct validity: Centralized simulation training. *BJU Int.* 2013 Mar;111(3):518–23.
41. Sweigart LI, Umoren RA, Scott PJ, Carlton KH, Jones JA, Truman B, et al. Virtual TeamSTEPPS(®) Simulations Produce Teamwork Attitude Changes Among Health Professions Students. *J Nurs Educ.* 2016 Jan;55(1):31–5.
 42. Willaert W, Aggarwal R, Harvey K, Cochenec F, Nestel D, Darzi A, et al. Efficient implementation of patient-specific simulated rehearsal for the carotid artery stenting procedure: part-task rehearsal. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg.* 2011 Aug;42(2):158–66.
 43. Wucherer P, Stefan P, Abhari K, Fallavollita P, Weigl M, Lazarovici M, et al. Vertebroplasty Performance on Simulator for 19 Surgeons Using Hierarchical Task Analysis. *IEEE Trans Med Imaging.* 2015 Aug;34(8):1730–7.
 44. Youngblood P, Harter PM, Srivastava S, Moffett S, Heinrichs WL, Dev P. Design, development, and evaluation of an online virtual emergency department for training trauma teams. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc.* 2008 2008 Fall;3(3):146–53.
 45. Abelson JS, Silverman E, Banfelder J, Naides A, Costa R, Dakin G. Virtual operating room for team training in surgery. *Am J Surg.* 2015 Sep;210(3):585–90.
 46. Dorozhkin D, Olasky J, Jones DB, Schwaitzberg SD, Jones SB, Cao CGL, et al. OR fire virtual training simulator: design and face validity. *Surg Endosc [Internet].* 2016 Dec 30; Available from: <http://search.ebscohost.com.distant.bu.univ-rennes2.fr/login.aspx?direct=true&db=cmedm&AN=28039649&lang=fr&site=ehost-live&scope=site>
 47. King S, Chodos D, Stroulia E, Carbonaro M, MacKenzie M, Reid A, et al. Developing interprofessional health competencies in a virtual world. *Med Educ Online [Internet].* 2012 Nov 16;17. Available from: <http://search.ebscohost.com.distant.bu.univrennes2.fr/login.aspx?direct=true&db=psyh&AN=2014-27756-001&lang=fr&site=ehost-live&scope=site>

48. Paige J, Kozmenko V, Morgan B, Howell DS, Chauvin S, Hilton C, et al. From the flight deck to the operating room: an initial pilot study of the feasibility and potential impact of true interdisciplinary team training using high-fidelity simulation. *J Surg Educ.* 2007 Dec 11;64(6):369–77.
49. White C, Chuah J, Robb A, Lok B, Lampotang S, Lizdas D, et al. Using a Critical Incident Scenario With Virtual Humans to Assess Educational Needs of Nurses in a Postanesthesia Care Unit. *J Contin Educ Health Prof.* 2015 2015 Summer;35(3):158–65.
50. Umoren RA, Poore JA, Sweigart L, Rybas N, Gossett E, Johnson M, et al. TeamSTEPPS Virtual Teams: Interactive Virtual Team Training and Practice for Health Professional Learners. *Creat Nurs.* 2017 Aug 1;23(3):184–91.
51. Rogers L. Developing simulations in multi-user virtual environments to enhance healthcare education. *Br J Educ Technol.* 2011 Jul;42(4):608–15.
52. Sevdalis N, Davis R, Koutantji M, Undre S, Darzi A, Vincent CA. Reliability of a revised NOTECHS scale for use in surgical teams. *Am J Surg.* 2008 Aug;196(2):184–90.
53. Yule S, Flin R, Paterson-Brown S, Maran N, Rowley D. Development of a rating system for surgeons' non-technical skills. *Med Educ.* 2006 Nov;40(11):1098–104.
54. Nielsen J. *Usability engineering.* San Diego: Academic Press; 1993.
55. Arora S, Lamb B, Undre S, Kneebone R, Darzi A, Sevdalis N. Framework for incorporating simulation into urology training. *BJU Int.* 2011 Mar;107(5):806–10.
56. Kohls-Gatzoulis JA, Regehr G, Hutchison C. Teaching cognitive skills improves learning in surgical skills courses: a blinded, prospective, randomized study. *Can J Surg.* 2004;47(4):277.
57. Krijn M, Emmelkamp PM., Biemond R, de Wilde de Ligny C, Schuemie MJ, van der Mast CAP. Treatment of acrophobia in virtual reality: The role of immersion and presence. *Behav Res Ther.* 2004 Feb;42(2):229–39.

58. Mori M, MacDorman KF, Kageki N. The uncanny valley [from the field]. *IEEE Robot Autom Mag.* 2012;19(2):98–100.
59. Howard MC. Investigating the simulation elements of environment and control: Extending the Uncanny Valley Theory to simulations. *Comput Educ.* 2017 Jun;109:216–32.
60. Kneebone R. Evaluating Clinical Simulations for Learning Procedural Skills: A Theory-Based Approach: *Acad Med.* 2005 Jun;80(6):549–53.
61. Fertleman C, Aubugeau-Williams P, Sher C, Lim A-N, Lumley S, Delacroix S, et al. A Discussion of Virtual Reality As a New Tool for Training Healthcare Professionals. *Front Public Health [Internet].* 2018 Feb 26 [cited 2018 May 18];6. Available from: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpubh.2018.00044/full>
62. Endsley MR. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Hum Factors J Hum Factors Ergon Soc.* 1995;37(1):32–64.
63. Fanning RM, Gaba DM. The Role of Debriefing in Simulation-Based Learning: *Simul Healthc J Soc Simul Healthc.* 2007;2(2):115–25.
64. Cheng A, Eppich W, Grant V, Sherbino J, Zendejas B, Cook DA. Debriefing for technology-enhanced simulation: a systematic review and meta-analysis. *Med Educ.* 2014 Jul;48(7):657–66.
65. Sawyer T, Eppich W, Brett-Fleegler M, Grant V, Cheng A. More Than One Way to Debrief: A Critical Review of Healthcare Simulation Debriefing Methods. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc.* 2016 Jun;11(3):209–17.
66. Nagendran A, Pillat R, Kavanaugh A, Welch G, Hughes C. A Unified Framework for Individualized Avatar-Based Interactions. *Presence Teleoperators Virtual Environ.* 2014 Aug;23(2):109–32.
67. Stone RJ, Guest R, Mahoney P, Lamb D, Gibson C. A “mixed reality” simulator concept for future Medical Emergency Response Team training. *J R Army Med Corps.* 2017 Aug;163(4):280–7.

SUPPLEMENTAL DIGITAL CONTENT 1

Table 1. Characteristics of studies included in the review

DOMAIN	ARTICLE REFERENCES	N	POPULATION	VIRTUAL REALITY SYSTEM			VR SIMULATOR	NON TECHNICAL SKILLS							OUTCOMES (KIRKPATRICK'S LEVEL)				
				SB	VW	IVE		SA	DM	COM	TW	LD S	SM	FM	1	2	3	4	
emergency medicine	Cohen et al., 2013 ⁽⁴¹⁾	23	Ambulance practitioner, surgical registrars, emergency department consultants		X		Second Life® + OpenSimulator	X	X	X	X	X	X			X	X		
emergency medicine	Greci et al., 2013 ⁽²⁷⁾	14	Emergency department nurses and hospital administrators		X		MUVE (Multi User Virtual Environment) using Second Life®		X	X	X					X	X		
emergency medicine	Heinrichs et al., 2010 ⁽⁴³⁾	22	Physicians and nurses		X		VED II (Virtual Emergency Department) an online virtual world				X					X			
emergency medicine	King et al., 2012 ⁽⁴⁵⁾	15	Medicine, nursing, respiratory therapy, pharmacy, speech language pathology, diagnostic medicine sonography students		X		Second Life®			X	X					X			
emergency medicine	Youngblood et al., 2008 ⁽³⁹⁾	30	Medical graduates and students		X		3D Virtual World (internet-based virtual emergency department)					X	X			X	X		
health education	Hudson et al., 2015 ⁽⁴⁴⁾	12	Nurses		X		Second Life®	X	X							X	X		
health education	Riesen et al., 2012 ⁽³²⁾	60	Recent graduates from nursing, paramedic, police and child and youth service programs		X		Web.Alive™			X	X	X				X	X		
health education	Rogers, 2011 ⁽⁴⁹⁾	16	Nursing students		X		Second Life®	X			X					X			
health education	Sweigart et al., 2016 ⁽³⁶⁾	109	Health professional students		X		VLE with avatar			X	X	X				X	X		
health education	Umoren et al., 2017 ⁽⁴⁸⁾	144	Nursing and medical students		X		VLE with avatar			X	X					X			
urology	Brewin et al., 2015 ⁽²⁴⁾	20	Experienced and trainee urologists	X			TURP Simulator (Limbs and Things®, Bristol, UK) distributed simulation environment	X	X	X	X	X				X	X		
urology	Brunckhorst et al., 2015 ⁽²⁵⁾	32	Medical students	X			Uro Scopic Trainer (Limbs and Things®, Bristol, UK) + Uro Mentor™ and Percmentor (Symbionix USA Corp., Cleveland, OH, USA)	X	X	X	X	X				X	X		
urology	Paige et al., 2007 ⁽⁴⁶⁾	10	Senior surgery resident, nurse anesthetist and circulating nurse	X			Symbionix LapMentor	X		X	X					X			
urology	Shamim Khan et al., 2013 ⁽³⁵⁾	38	Specialist registrars of different grades and urological nurses	X			Uro Mentor™ and Percmentor (Symbionix USA Corp., Cleveland, OH, USA)		X	X	X					X			
gastroenterology	Dorozhkin et al., 2016 ⁽⁴²⁾	49	Students to attending surgeons		X		VEST OR Simulator (Virtual Electrosurgical Skill Trainer) with Oculus Rift HMD	X					X			X			
gastroenterology	Abelson et al., 2015 ⁽⁴⁰⁾	33	Surgeons, residents and medical students		X		ICE STORM platform (Integrated Clinical Environment; Systems, Training, Operations, Research, Methods) (Lockheed Martin Corporation, Oswego, NY)				X					X			
gastroenterology	Grover et al., 2015 ⁽²⁸⁾	33	Novice endoscopists	X			EndoVR endoscopy simulator (CAE Healthcare Canada, Montreal, Quebec, Canada)			X						X	X		

DOMAIN	ARTICLE REFERENCES	N	POPULATION	VIRTUAL REALITY SYSTEM			VR SIMULATOR	NON TECHNICAL SKILLS							OUTCOMES (KIRKPATRICK'S LEVEL)			
				SB	VW	IVE		SA	DM	COM	TW	LDS	SM	FM	1	2	3	4
gastroenterology	Khan et al., 2017 ⁽²⁹⁾	42	Novice endoscopists	X			EndoVR simulator endoscopy (CAE Healthcare Montreal, Canada)	X	X	X	X	X					X	X
laparoscopic surgery	Maschuw et al., 2008 ⁽³¹⁾	40	Inexperienced and advanced surgical residents	X			LapSim® (Surgical Science, Goteborg, Sweden)						X				X	
laparoscopic surgery	Sankaranarayanan et al., 2016 ⁽³⁴⁾	16	Surgeons and residents	X	X		Gen2-VR® system (HMD) and Gen1 VR (VBLAST-PT®)						X			X	X	
vascular surgery	Rudarakanchana et al., 2014 ⁽³³⁾	32	Experienced or trainee endovascular specialists, interventional radiology trainees and assistants, interventional radiology or vascular surgery consultants, scrub nurses and radiographers	X			(VIST)-C, Mentice, Gothenburg, Sweden			X	X					X		
vascular surgery	Willaert et al., 2011 ⁽³⁷⁾	20	Junior medical residents	X			AngioMentorExpress™ (Symbionix USA Corp., Cleveland, OH, USA)	X	X	X	X	X				X	X	
cardiology	Khanal et al., 2014 ⁽³⁰⁾	148	Certified clinicians		X		Second Life®				X						X	
cardiopulmonary resuscitation	Creutzfeldt et al., 2010 ⁽²⁶⁾	12	Medical students		X		Multiplayer virtual world (OLIVE, SAIC inc.)	X			X						X	
Orthopedic surgery	Wucherer et al., 2015 ⁽³⁸⁾	19	Junior surgeons	X			VR surgical procedural simulator						X			X	X	
Post Anesthesia Care Unit (PACU)	White et al., 2015 ⁽⁴⁷⁾	43	Nurses	X			2 Virtual Humans displayed on 2 screens (Wizard of Oz setup: converse with trainee)			X	X						X	

Note. N= Number of participants. Virtual reality system is coded : SB : Simulation-based virtual reality simulator ; VW : virtual world ; IVE : Immersive virtual environment.

Non technical skills are coded : SA : Situation awareness ; DM : Decision making ; COM : Communication ; TW : Teamwork ; LDS : Leadership ; SM : Stress management ;

FM : Fatigue management.

SUPPLEMENTAL DIGITAL CONTENT 2

Table 2. Objectives, measures and main findings of studies included in the review

ARTICLE REFERENCES	OBJECTIVES	OUTCOME MEASURES	MAIN FINDINGS
Abelson et al., 2015 ⁽⁴⁰⁾	<ul style="list-style-type: none"> Determine feasibility of creating a VR operating room Evaluate simulator for face and construct validity 	<ul style="list-style-type: none"> Construct validity : metric data Face validity : Likert-scale questionnaires (realism, inclination to use), Bedford Workload Scale and modified NASA-Task Load Index scale 	<ul style="list-style-type: none"> Training environment evaluated as realistic 82% of participants felt low workload or had enough spare capacity for additional tasks. All participants had minimal mental, physical, and temporal demand and none reported requiring a high amount of effort to complete the simulation No statistically significant difference between attendings and trainees for all responses
Brewin et al., 2015 ⁽²⁴⁾	<ul style="list-style-type: none"> Assess validity of distributed simulation environment for NTS training Evaluate educational impact 	<ul style="list-style-type: none"> Face, content and construct validity : questionnaires NOTECHS Educational impact : questionnaires completed after the simulations 	<ul style="list-style-type: none"> Good learning environment for NTS, judged realistic NTS of experienced urologists significantly better than trainees establishing construct validity All trainees felt more confident Kirkpatrick level 1 evidence and indirect evidence of learning (Kirkpatrick level 2)
Brunchhorst et al., 2015 ⁽²⁵⁾	<ul style="list-style-type: none"> Evaluate feasibility, acceptability, content validity and educational impact of simulation-based curriculum integrating NTS 	<ul style="list-style-type: none"> NOTSS Content validity : post-study questionnaire 	<ul style="list-style-type: none"> 100 % of experts agreed integration of full immersion simulation was a useful tool for teaching non-technical skills Curriculum-trained group : significantly higher NOTSS scores than control group Feasibility of delivery of the curriculum was rated 9.27/10, enjoyment and productivity was scored at 9/10, difficulty of curriculum rated 4.93/10
Cohen et al., 2013 ⁽⁴¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> Determine feasibility and reliability of skills assessment 	<ul style="list-style-type: none"> 7-point NTS competency scale for paramedics and T-NOTECHS (Trauma Non-Technical Skills Scale) 	<ul style="list-style-type: none"> Significant and strong correlations between expert assessors suggest reliability to carry out NTS assessments in virtual environments in major incident scenarios No significant correlations between expert and self-assessment for NTS
Creutzfeldt et al., 2010 ⁽²⁶⁾	<ul style="list-style-type: none"> Evaluate (SA) Situation Awareness self assessment instrument Analyze SA training in virtual settings 	<ul style="list-style-type: none"> SA : 9-items questionnaire + trainee's own opinion of his or her SA during training Concentration/attention : 10-items instrument 	<ul style="list-style-type: none"> SA increased from the first to the last scenario Perception of SA corresponded to calculated SA Correlation between SA and concentration
Dorozhkin et al., 2016 ⁽⁴²⁾	<ul style="list-style-type: none"> Establish face validity, usefulness and fidelity of virtual OR fire training module in VEST simulator 	<ul style="list-style-type: none"> Perceived usefulness and face validity : questionnaire Open-ended questions : improvements and preferences 	<ul style="list-style-type: none"> Face validity established with high degree of satisfaction and usefulness 33/49 participants preferred this modality of training over a traditional one 47% of subjects offered suggestions on how to make the simulator look and feel more realistic
Grecj et al., 2013 ⁽²⁷⁾	<ul style="list-style-type: none"> Develop and evaluate a virtual learning curriculum 	<ul style="list-style-type: none"> Open-ended questions : technical challenges, course content, immersion Interviews and focus groups 	<ul style="list-style-type: none"> All students improved postcourse disaster preparedness knowledge scores Emerging themes : team communication, team planning, team decision making Functioning in an unfamiliar environment was evaluated as requiring similar skills as during a disaster where rapid decision making with incomplete information
Grover et al., 2015 ⁽²⁸⁾	<ul style="list-style-type: none"> Validate a simulation-based curriculum for cognitive and integrative competencies 	<ul style="list-style-type: none"> Global performance : Integrated Scenario Global Rating Form (ISGRF) Communication skills : Communication Global Rating Scale (CGRS) 	<ul style="list-style-type: none"> Participants significantly outperformed control group with respect to colonoscopy-specific performance, communication skills and global performance during the integrated scenario format assessment 4 to 6 weeks after training
Heinrichs et al., 2010 ⁽⁴³⁾	<ul style="list-style-type: none"> Determine efficiency of a Virtual Emergency Department to train mass-casualty incidents (team skills) 	<ul style="list-style-type: none"> Immersion, level of comfort, confidence, usefulness for clinical skills and team training : questionnaire Focus group 	<ul style="list-style-type: none"> 68% of the participants felt immersed Everyone felt they learned how to interact in the simulation "Useful", "Very Useful", or "Extremely Useful" for clinical skills training for 82% participants Participants gained confidence in ability to handle incidents
Hudson et al., 2015 ⁽⁴⁴⁾	<ul style="list-style-type: none"> Examine perceived usability of Second Life (SL) as an immersive virtual environment Study clinical decisions 	<ul style="list-style-type: none"> Perceived usability : System Usability Scale (SUS) Situation awareness : questionnaire with 27 items 	<ul style="list-style-type: none"> SL considered usable in providing practice with complex scenarios of insulin administration. Perceived usability decreased among experienced nurses No significant association between years of nursing experience and SA scores was found.
Khan et al., 2017 ⁽²⁹⁾	<ul style="list-style-type: none"> Evaluate effectiveness of a simulation-based training curriculum of NTS on novice endoscopists' performance of clinical colonoscopy. 	<ul style="list-style-type: none"> Modified Objective Structured Assessment NTS (M-OSANTS) ISGRF Integrated Scenario Communication Rating Form (ISCRF) General Self Efficacy Scale (GSE) 	<ul style="list-style-type: none"> To inform the potential implementation of NTS into postgraduate gastrointestinal curricula, non-technical performance will be determined by comparing the scores from the M-OSANTS, ISGRF, ISCRF and GSE for both conditions and at 3 different times

Khanal et al., 2014 ⁽³⁰⁾	<ul style="list-style-type: none"> Evaluate efficacy of delivering advanced cardiac life support (ACLS) using a virtual reality simulator 	<ul style="list-style-type: none"> Team performance : electronic checklist based on ACSL guidelines assessed by experts Final questionnaire on training experience 	<ul style="list-style-type: none"> No statistically significant difference in improvement of skills between groups VR-based ACLS training simulator is significantly cheaper, easier to organize, and facilitates users to practice in a team from disparate locations without requiring an evaluator
King et al., 2012 ⁽⁴⁵⁾	<ul style="list-style-type: none"> Evaluate usability of the environment Evaluate learning effectiveness of scenarios Evaluate integration into curriculum 	<ul style="list-style-type: none"> Debriefing: exploration of team interactions Satisfaction survey and questions on learning in the environment 	<ul style="list-style-type: none"> Students appreciated to visualize the Emergency Room setting in a low-pressure situation It provided students with opportunities to communicate with other disciplines, which they would not have had until in clinical practice Students felt it was great preparation for non-virtual scenarios for clinical situations
Maschuw et al., 2008 ⁽³¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> Explore impact of self-belief of surgeons on laparoscopic performance using a VR simulator 	<ul style="list-style-type: none"> General Self Efficacy (GSE) score Technical metrics : time, economy of motion and damage parameters 	<ul style="list-style-type: none"> No significant differences were found in gender or in GSE score between both groups Motions of advanced trainees were more economic than novices, but no significant difference in time, error score and right instrument movements. Novices GSE scores negatively correlates with economy of motion and time, while for advanced residents it is independent of laparoscopic performance
Paige et al., 2007 ⁽⁴⁶⁾	<ul style="list-style-type: none"> Evaluate perception of simulated scenarios Evaluate effectiveness for communication and teamwork during OR crisis 	<ul style="list-style-type: none"> Teamwork assessment: communication, coordination and situational awareness Questionnaire on perception of training effectiveness and specific attributes of teamwork 	<ul style="list-style-type: none"> Sessions were found effective/very effective for improving teamwork, communication and recognizing problems in the OR
Riesen et al., 2012 ⁽³²⁾	<ul style="list-style-type: none"> Improve interprofessional competencies Determine acceptability of a blended learning environment 	<ul style="list-style-type: none"> Self-perceived changes in interprofessional attitudes and competence : IEPS, ICCAS Team performance assessment : TOSCE Students perceptions : program assessment tool, and 16-item questionnaire 	<ul style="list-style-type: none"> Significant differences pre and post workshop were found in ICCAS and IEPS scores Significant improvement across the 3 simulations in all competencies Program and learning experience were highly rated Learner confidence and performance can be improved through education delivered in a virtual environment
Rogers, 2011 ⁽⁴⁹⁾	<ul style="list-style-type: none"> Investigate how a simulation in Second 	<ul style="list-style-type: none"> Individual interviews: clinical judgement, 	<ul style="list-style-type: none"> Critical Life simulation is an artificial social structure where problem-based scenarios can be created
	<ul style="list-style-type: none"> Life can encourage teamwork and collaborative problem solving 	<ul style="list-style-type: none"> teamwork and interpersonal skills 	<ul style="list-style-type: none"> Students can co-construct mental models experiencing human interaction in problematic environment Critical Life could develop cognitive understanding of team-orientated procedural and problem-based decision-making skills.
Rudarakanchana et al., 2014 ⁽³³⁾	<ul style="list-style-type: none"> Evaluate feasibility of integration of a VR simulator in an immersive simulation Investigate construct and face validity for training human factor skills during a crisis scenario 	<ul style="list-style-type: none"> Questionnaires : realism (face validity) and potential for use in team training for both technical and human factor skills 	<ul style="list-style-type: none"> Experienced team leaders were significantly faster than trainees Realism of the environment was scored very high and realism of the VR simulator was rated high Trainees rated the simulation more useful for technical skills training, and experts believed it more useful in enhancing communication skills Feasibility, face and construct validity of a realistic crisis scenario integrating a VR simulator has been shown
Sankaranarayanan et al., 2016 ⁽³⁴⁾	<ul style="list-style-type: none"> Establish face and construct validity of an immersive VR system Assess the effects of distractions and task interruptions 	<ul style="list-style-type: none"> 5-point Likert-scale subjective feedback questionnaire : realism, immersive experience, and effects of distractions and interruptions 	<ul style="list-style-type: none"> Performance decreased with added distractions and interruptions Subjects rated interruptions very high in their ability to affect performance and music distraction received the lowest mean rating Simulators rated as realistic to present distractions and interruptions in a simulated OR, immersion evaluated as intermediate.
Shamim Khan et al., 2013 ⁽³⁵⁾	<ul style="list-style-type: none"> Establish feasibility and acceptability of simulation training for NTS 	<ul style="list-style-type: none"> Interviews : perception of simulated environment Feasibility, acceptability and construct validity : questionnaires 	<ul style="list-style-type: none"> Construct-validity established : Seniors performed significantly better than junior trainees in all simulation sessions Increased cognitive load for trainees on VR simulator : pressure/anxiety about the unknown and interplay between technical and non-technical skills
Sweigart et al., 2016 ⁽³⁶⁾	<ul style="list-style-type: none"> Test utility and acceptability of a virtual learning environment (VLE) Examine change in teamwork attitudes in interprofessional communication 	<ul style="list-style-type: none"> Effectiveness : TeamSTEPPS -TAQ (Teamwork Attitude Questionnaire) Utility : Time to complete scenarios and answers to questions within scenarios Acceptability : Likert-scale type questions 	<ul style="list-style-type: none"> Positive student feedback on ease of use and perceived effectiveness for teaching communication and professionalism t Scores on the T-TAQ revealed significant positive changes in leadership, situation monitoring, mutual support, and communication
Umoren et al., 2017 ⁽⁴⁸⁾	<ul style="list-style-type: none"> Propose an introduction to TeamSTEPPS 	<ul style="list-style-type: none"> MCQ questions during the progression of the scenarios : designation of a 	<ul style="list-style-type: none"> Learner recognition of the SBAR communication tool was high across groups Knowledge of which component of SBAR was missing was lower across

	communication tools for nursing and medical students	TeamSTEPS strategy, identification of a missing component of this strategy and possible selection of another strategy	groups <ul style="list-style-type: none"> Students demonstrated increased correct recognition of strategies as they progressed through the scenarios When they had the choice, students were more likely to chose the Two-Challenge Rule than the CUS
White et al., 2015 ⁽⁴⁷⁾	<ul style="list-style-type: none"> Study quality of information transfer and teamwork during a simulated critical event Assess gathering and sharing of critical information 	<ul style="list-style-type: none"> Communication skills: Critical Patient Information checklist and Interprofessional Communication Skills checklist 	<ul style="list-style-type: none"> A substantial percentage of participants did not share 3 critical items and 87% of the participants missed a dosage error Items on Communication Checklist were missed by a substantial number of participants (introduction of self and task, closed-loop communication) No statistically significant relationship between scores and years of nursing
Willaert et al., 2011 ⁽³⁷⁾	<ul style="list-style-type: none"> Evaluate whether a part-task rehearsal of a surgical procedure on a VR simulator is as effective as a full-task one 	<ul style="list-style-type: none"> Non-technical skills : NOTSS Face validity and usefulness : questionnaire Emotional, cognitive and physical stress : short version of State Trait Anxiety Inventory (STAI) questionnaire 	<ul style="list-style-type: none"> Both groups scored acceptable scores in all categories of NOTSS Simulated procedure was found highly realistic. Simulation helped participants in decision-making, confidence, reduction of anxiety, and communication. Both strategies were as effective on stress levels For a moderately difficult case, a part-task patient specific VR rehearsal is as effective as a full-task one
Wucherer et al., 2015 ⁽³⁸⁾	<ul style="list-style-type: none"> Measure usability of simulator Explore relationship between mental workload and surgical performance during crisis 	<ul style="list-style-type: none"> Cognitive workload : 3-item questionnaire and Surgery Task Load Index (SURG-TLX) Questionnaire : face validity and training value 	<ul style="list-style-type: none"> Training resulted in a decrease of time, but significantly slower performances when crises The more workload was experienced, the poorer was the surgical performance. Telephone call seemed more disturbing compared to patient discomfort
Youngblood et al., 2008 ⁽³⁹⁾	<ul style="list-style-type: none"> Evaluate VLE for leadership and trauma management by comparing users' experience with a high-fidelity patient simulator (PS) 	<ul style="list-style-type: none"> Leadership skills : EMCRM (Emergency Medicine Crisis Resource Management) scale Assessment of learning experience : debriefing and questionnaire 	<ul style="list-style-type: none"> All participants evaluated simulation as "useful" or "very useful" to assess and manage trauma patients in Emergency Department (ED) All participants showed significant improvement in team leadership Students emphasized emotional impact of simulation in VLE Both mannequin-based and VLE simulation of ED cases are valid training methods to improve EMCRM team leadership skills

Pour conclure ce chapitre, nous avons vu qu'en France, l'HAS et le Ministère de la Santé mettent l'accent sur le développement des CNT et préconisent le recours à la simulation pour la formation des professionnel·les de santé, afin d'améliorer la qualité des soins apportés aux patient·es. La simulation n'est pas une modalité pédagogique récente, même si les simulateurs, qu'ils soient organiques ou non, se sont développés avec l'essor des techniques et des nouvelles technologies. De plus, quel que soit le type de simulateur choisi, toute séance de simulation suit les trois grandes étapes que sont le briefing, la simulation, et le débriefing. Ce dernier peut être outillé et suivre un des nombreux modèles développés. C'est en effet grâce à cette dernière étape que l'apprentissage par la simulation permet de réduire l'écart entre la théorie et la pratique, la transformation de connaissances tacites en connaissances explicites et la mise en place d'un raisonnement clinique. Avec le développement des nouvelles technologies, et plus particulièrement la RV, de nouvelles possibilités apparaissent pour former les professionnel·les de santé aux CNT par la simulation. La revue de littérature que nous avons menée sur cette question nous a permis de dégager que la plupart des études concernent l'acceptabilité des simulateurs et des scénarios de simulation et que les simulateurs de RV sur écran et les mondes virtuels sont les systèmes les plus fréquemment utilisés. Les CNT mises en œuvre dans les scénarios sont principalement liées au travail d'équipe, à la communication et à la conscience de la situation, et sont peu étudiées isolément. Les outils utilisés pour évaluer les CNT sont le plus souvent des taxonomies dédiées, mais elles ne sont pas nécessairement spécifiques à la santé. Elles peuvent également être évaluées par d'autres échelles ou des questions ouvertes. Enfin, si la majorité des études évalue l'utilisabilité et l'acceptabilité de la simulation en RV (niveau 1 du modèle de Kirkpatrick) et ses effets sur le développement des CNT (niveau 2), très peu d'entre elles mesurent le transfert de ces compétences au bloc opératoire (niveau 3) et aucune n'évalue l'impact sur la qualité des soins pour les patient·es (niveau 4). Par ailleurs, si 8 articles impliquent des infirmier·es, leur spécialité n'est pas nécessairement indiquée et elles·ils participent aux études en tant que membres d'une équipe. Un seul article s'adresse exclusivement à un public infirmier généraliste (Hudson et al., 2015). Aucun d'entre eux ne vise spécifiquement la formation des IBODE.

Problématique

Les IBODE sont des professionnel·les de santé spécialisé·es qui travaillent au sein d'équipes pluridisciplinaires, dans différentes spécialités chirurgicales, et au sein duquel elles·ils peuvent exercer plusieurs rôles. Le métier d'IBODE, majoritairement exercé par des femmes, est considéré comme étant en tension, du fait de leur âge médian, des besoins importants des blocs opératoires en personnel qualifié, et du contexte des réorganisations hospitalières. Ainsi, pour y faire face, les services hospitaliers ont souvent recours à des IDE faisant fonction d'IBO. La question de la formation de ces IDE à leur arrivée au bloc opératoire pose la question de la formation continue des professionnel·les de santé, question rendue d'autant plus sensible par l'obligation des IBODE d'être formées aux actes exclusifs d'ici la fin de l'année 2021. A ce besoin de formation continue, s'ajoutent les réformes de la formation initiale en vue de son universitarisation, formation initiale qui vise à former des professionnel·les compétent·es sur le plan technique, mais également capables de se positionner dans leur rôle, et d'affirmer leur autorité de compétence auprès des autres professionnel·les de santé intervenant au bloc opératoire.

Les compétences techniques des IBODE (compétences motrices et procédurales, connaissances théoriques) sont clairement identifiées et bien prises en compte par la formation. Toutefois, elles ne sont pas suffisantes pour être performant·es au bloc opératoire. Elles doivent être complétées par des CNT. Celles identifiées pour les IBODE sont une CNT de type cognitive, la conscience de la situation, une CNT de type interpersonnelle ou sociale, le travail en équipe et la communication, et enfin, une troisième CNT, la gestion des tâches qui recouvre des compétences cognitives et interpersonnelles. Interrogées sur les CNT dans leur quotidien, les IBODE en exercice rencontrées pendant notre étude préalable mentionnent le plus souvent des difficultés liées à la communication et au travail en équipe. La conscience de la situation est également évoquée avec les perturbations, l'anticipation et la connaissance de l'environnement. Enfin, la gestion des tâches est mentionnée sous la forme d'une demande de

préparation à la aux situations d'urgence ou dégradées. Comme exprimé dans cette étude, les IBODE ne se déclarent pas spécifiquement formé·es aux CNT.

Les projets de réforme de la formation des professionnel·les de santé mettent l'accent sur le développement des CNT et préconisent le recours à la simulation en vue d'améliorer la qualité des soins. La simulation n'est pas une modalité pédagogique récente, même si les simulateurs, qu'ils soient organiques ou non, se sont développés avec l'essor des techniques et des nouvelles technologies. Ainsi, quel que soit le type de simulateur, toute séance de simulation suit les trois grandes étapes que sont le briefing, la simulation, et le débriefing. Ce dernier peut être outillé et suivre un des nombreux modèles développés à cet effet. C'est cette dernière étape qui permet de réduire l'écart entre théorie et pratique, de transformer les connaissances tacites en connaissances explicites et de mettre en place un raisonnement clinique. Avec le développement des nouvelles technologies, et plus particulièrement la RV, de nouvelles possibilités apparaissent pour former les professionnel·les de santé aux CNT par la simulation. La revue de littérature que nous avons menée sur cette question (Bracq, Michinov, & Jannin, 2019) nous a permis de dégager que les simulateurs de RV sur écran et les mondes virtuels sont les systèmes les plus fréquemment utilisés, et non pas les EV immersifs. Les CNT mises en œuvre dans les scénarios sont principalement liées au travail d'équipe, à la communication et à la conscience de la situation, et sont peu étudiées isolément. Les outils utilisés pour évaluer les CNT sont le plus souvent des taxonomies dédiées, mais elles ne sont pas nécessairement spécifiques à la santé. Elles peuvent également être évaluées par d'autres échelles ou des questions ouvertes. Enfin, si la majorité des études évalue l'utilisabilité et l'acceptabilité de la simulation en RV (niveau 1 du modèle de Kirkpatrick) et ses effets sur le développement des CNT (niveau 2), très peu d'entre elles mesurent le transfert de ces compétences au bloc opératoire (niveau 3) et aucune n'évalue l'impact sur la qualité des soins pour les patient·es (niveau 4). Par ailleurs, si 8 articles impliquent des infirmier·es, leur spécialité n'est pas nécessairement indiquée et elles-ils participent aux études en tant que membre d'une équipe. Un seul article s'adresse exclusivement à un public infirmier généraliste

(Hudson et al., 2015).

Ainsi dans cette première partie, nous avons vu que les IBODE manquaient de formation aux CNT, et qu'aucune des études analysées dans notre revue de littérature ne s'adressait spécifiquement à ces dernier·es. De plus, nous avons vu que le contexte de la formation des IBODE en France est en pleine réforme. Avec notre revue de question, nous avons également montré que les CNT étaient rarement étudiées de manière isolée mais souvent confondues avec des dimensions liées au travail d'équipe ou de la gestion d'urgences. Elle nous a également permis de montrer que les EV immersifs étaient pour l'instant moins utilisés que les mondes virtuels ou les simulateurs sur écran.

Face à ce constat et pour tenter de répondre au besoin des IBODE en formation aux CNT, conformément aux recommandations des autorités de santé, nous avons décidé de développer des scénarios en RV immersive ciblant une CNT précise, de tester des outils de mesure pour chacune, et d'en vérifier l'acceptabilité.

La RV immersive permet d'imaginer des scénarios de simulation dans lesquelles plusieurs participant·es peuvent interagir en simultané et développer, ensemble, des compétences permettant au collectif d'être plus performant. La technologie est en plein développement, mais aujourd'hui, les séances de simulation en RV immersive sont encore plutôt de type individuelle avec un·e seul·e participant·e sous casque. Cette limite technologique nous place face à une situation un peu contraignante avec une modalité de simulation en RV qui implique des passations individuelles et la réalité du travail d'IBODE avec sa dimension collective au sein des équipes du bloc opératoire. **La problématique à laquelle cette thèse se propose donc de contribuer est la suivante : Comment former les IBODE aux CNT par la simulation dans un environnement virtuel immersif ?**

Pour tenter d'y répondre nous avons choisi de développer deux scénarios visant une CNT cognitive, d'une part, et une CNT sociale ou interpersonnelle, d'autre part. Notre choix a été en partie guidé par les interviews avec les IBODE en exercice réalisées lors de notre étude

préalable. De plus, la conscience de la situation étant la seule CNT cognitive identifiée par le SPLINTS, cette dernière s'est imposée. Ce choix nous a semblé d'autant plus pertinent qu'il s'agit d'une compétence clé, nécessaire pour toute prise de décision, pour un leadership efficace, pour une communication appropriée et pour la performance globale des équipes au bloc opératoire (Flin et al., 2015 ; Gordon et al., 2012 ; Hull et al., 2012). Par ailleurs, sur le plan technique, elle se prête facilement à des séances de simulation individuelles. Dans le SPLINTS, la CNT sociale intègre communication et travail en équipe. Nous nous sommes concentrés sur la communication, très souvent évoquée durant les interviews avec les IBODE, et plus particulièrement sur la communication ouverte car elle nous a semblé proche d'une de ses composantes, le fait d'agir avec assertivité. En effet, 43 % des erreurs au bloc sont liées à un défaut de communication et 23 % des incidents impliquant un déficit de communication sont liés à des hésitations à partager des inquiétudes ou des informations critiques (Gawande et al., 2003 ; Rabol et al., 2011).

Les scénarios de formation que nous avons développés et qui sont présentés en deuxième partie de cette thèse mettent donc en jeu ces deux CNT : la conscience de la situation (Chapitre 5) et la communication ouverte (Chapitre 6). Mais au préalable, nous avons pris soin de nous assurer de l'acceptabilité de l'environnement de RV, à partir d'un scénario visant le développement des compétences procédurales développé par les membres du projet S3PM (Chapitre 4). Le dernier chapitre sera l'occasion de discuter des limites et des perspectives de nos travaux (Chapitre 7).

SECONDE PARTIE - CONTRIBUTIONS EMPIRIQUES

CHAPITRE 4 - ACCEPTABILITE DE L'ENVIRONNEMENT VIRTUEL

1. Présentation de l'article en français⁵

Avant de pouvoir de construire les modules de formation à destination des IBODE, une étape d'évaluation de l'environnement virtuel (EV) développé par une partie de l'équipe a semblé indispensable. Cette évaluation a deux principaux objectifs : valider le réalisme des interactions dans l'environnement virtuel et évaluer l'acceptabilité d'un tel environnement dans le contexte de la formation professionnelle. En effet, les IBODE expert·es considèrent comme essentielle la qualité des interactions et du passage des instruments lors de scénarios de simulation (Glaser et al., 2016). Afin de mesurer l'acceptabilité d'un environnement d'apprentissage virtuel dans le cadre de la formation professionnelle des IBODE, nous avons construit un outil d'évaluation prenant en compte plusieurs dimensions en nous appuyant sur les modèles théoriques d'acceptabilité des nouvelles technologies (Davis, 1989 ; Nielsen, 1993 ; Venkatesh et al., 2003, 2012).

En effet, si la RV a permis le développement de nouveaux simulateurs, la plupart des études se sont attachées à en mesurer la faisabilité, le degré de fidélité ou la facilité d'usage, et

⁵ Bracq, M.S., Michinov, E., Arnaldi, B., Caillaud, B., Gibaud, B., Gouranton, V., & Jannin, P. (2019). Learning procedural skills with a virtual reality simulator: an acceptability study. *Nurse Education Today*, 79, 153-160. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2019.05.026>

peu d'entre elles ont eu recours à un outil de mesure spécifique d'acceptabilité. L'objectif de notre étude est de mesurer l'acceptabilité de l'EV utilisé comme simulateur procédural en utilisant le modèle UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) de Venkatesh (2003 ; 2012). D'après ce dernier, l'intention d'utiliser le simulateur peut être influencée par l'attente de performance, la crainte d'efforts à fournir, l'opinion des autres, les conditions facilitatrices offertes par l'environnement professionnel et le plaisir retiré de l'expérience. De plus, l'âge, le genre et l'expérience peuvent impacter certaines de ces dimensions. Ainsi, selon ce modèle, on peut s'attendre à une meilleure acceptabilité par les participants hommes, jeunes, par les IBODE expert·es ou par les gamers/utilisateur·trices de RV. A côté de ce modèle de référence de l'acceptabilité des technologies, il nous a semblé intéressant d'intégrer des notions complémentaires. En effet, le contexte de la réalité virtuelle ajoute des variables spécifiques susceptibles d'influer sur l'acceptabilité de l'environnement d'apprentissage (Sagnier et al., 2019). Nous avons donc également évalué la charge de travail, le sentiment de présence et le mal du simulateur des participants afin de prendre en compte les qualités non-instrumentales du simulateur. Enfin, les réactions des participant·es ont été recueillies par des questions ouvertes. L'hypothèse ici est que l'acceptabilité sera meilleure pour les participant·es reportant des niveaux de charge mentale et de mal du simulateur moindres, et un niveau de présence plus élevé.

Les mesures d'acceptabilité ont impliqué 16 utilisateur·trices non-expert·es (8 hommes, 8 femmes, âge moyen : 26.63 ans) et les 13 IBODE du service de neurochirurgie du CHU de Rennes, considérées comme les expertes métier (13 femmes, âge moyen : 42 ans). L'étude s'est déroulée sur une période de 8 mois, de novembre 2017 à juin 2018.

Les passations étaient individuelles et comprenaient trois étapes. Tout d'abord une vidéo de 3 minutes présentait le système et les interactions possibles (prendre, poser, assembler). Ensuite, un premier scénario de pré-training de 10 minutes, réalisé deux fois, permettait d'une part, d'apprendre à maîtriser les interactions dans l'EV et limiter les effets liés à cet apprentissage, et d'autre part, de discriminer les participants éventuellement réfractaires à cette

technologie. Enfin, le scénario de simulation, d'une durée maximale de 20 minutes, présentait une partie de préparation de table d'instrumentation pour une craniotomie. Ce scénario implique la représentation de 138 instruments chirurgicaux et 50 interactions différentes possibles. Au préalable, et après avoir signé le formulaire de consentement (Annexe 4), les participant·es remplissaient un premier questionnaire. Celui-ci visait à recueillir des données sociodémographiques et connaître leur degré d'ouverture à l'innovation ainsi que leur utilisation préalable à la RV ou aux jeux vidéo (Questionnaire 1 en Annexe 5). A l'issue de la passation, les participant·es étaient invité·es à répondre à un second questionnaire d'évaluation, à la suite duquel, on leur demandait de donner 3 arguments en faveur et en défaveur du simulateur (Questionnaire 2 en Annexe 6). Dans les deux questionnaires, le même item sur l'intérêt de la VR pour la formation était présenté aux participant·es. Le temps mis par chacun·e pour réaliser l'ensemble du scénario était également pris en compte. Enfin, des entretiens individuels permettaient aux participant·es d'évoquer les points positifs et négatifs et de proposer des pistes d'amélioration du système (Protocole expérimental en Annexe 7).

Les analyses statistiques ont permis de dégager les résultats suivants : La charge de travail perçue est moyenne, bien que le score de charge mentale soit le plus élevé. Le sentiment de présence est bon et il est supérieur au score moyen de l'échelle. Le mal du simulateur est faible, bien que la dimension de fatigue oculaire soit dominante. L'acceptabilité est évaluée comme supérieure au score moyen de l'échelle. Pour toutes ces mesures, les différences entre utilisateur·trices expert·es et non-expert·es sont non significatives. Par contre, l'intérêt pour la RV est significativement supérieur après les passations. Les points positifs soulignés par l'ensemble des participant·es sont l'intérêt pédagogique, l'aspect ludique, le réalisme ou l'immersion, et l'innovation. Parmi les points négatifs, on trouve l'inconfort lié à la fatigue oculaire, des difficultés dans les interactions et le manque de communication pour les IBODE ou le manque de compréhension des tâches réalisées pour les non-expert·es. Les corrélations montrent un lien positif entre l'intention comportementale et la motivation hédonique ainsi que les conditions facilitatrices, et un lien négatif avec le mal du simulateur. Elles montrent

également un lien positif entre motivation hédonique et exigence temporelle ainsi qu'exigence mentale.

L'ensemble des participant·es valident l'acceptabilité du simulateur et soulignent sa facilité d'utilisation ainsi que son côté immersif et réaliste. Elles·ils reconnaissent avoir eu du plaisir à participer à la simulation malgré un effort de concentration important et une certaine fatigue visuelle. Elles·ils ont exprimé l'intérêt d'un tel simulateur dans le cadre de l'apprentissage procédural et pour l'apprentissage professionnel. Ainsi, certain·es ont suggéré des améliorations comme la possibilité de lever les contraintes du scénario au fur et à mesure. Toutefois, des doutes subsistent sur le transfert au bloc opératoire des compétences acquises lors d'un apprentissage par ce scénario de simulation.

Contrairement aux hypothèses liées au modèle UTAUT, on ne retrouve pas de différence selon le genre, l'âge et l'expertise des utilisateur·trices sur l'acceptabilité du simulateur. Le scénario peut donc être utilisé auprès de nombreuses·x utilisateur·trices, sans restriction particulière, pour la formation initiale comme pour la formation continue. Toutefois, cette étude comporte quelques limites. En particulier, le nombre de participant·es et le fait que les expertes soient toutes issues du même service et de la même spécialité chirurgicale. Enfin, il aurait été intéressant de pouvoir tracer les hésitations, les erreurs ou les changements dans les actions des participant·es. De même, il aurait été intéressant de prendre en compte les remarques et la réflexion des participant·es pendant la simulation, mais cela aurait sans doute impacté les mesures de temps et de charge mentale.

L'acceptabilité du simulateur étant validée pour l'apprentissage procédural, indépendamment du genre, de l'âge et de l'expertise, pour la formation initiale comme continue, d'autres études peuvent être mises en place pour évaluer son impact sur l'apprentissage de ces procédures, et leur transfert au bloc opératoire. Une autre piste de développement concerne l'implémentation d'autres scénarios mettant en jeu les CNT, dont la conscience de la situation, et comme évoqué par certaines IBODE lors des entretiens, la communication.

2. Article 2 - Learning procedural skills with a virtual reality simulator: An acceptability study

INTRODUCTION

Virtual reality-based simulation has improved surgical training (Agha and Fowler, 2015). Virtual reality (VR) systems enable the development of non-organic, low-cost, realistic, easy-to-use, easily configurable simulators that reduce the safety, ethical and health issues associated with organic simulators. Additionally, they allow automatic recording of actions for quantitative and objective performance evaluation. Most existing VR simulators focus on learning technical skills and few on procedural skills. Studies evaluating VR simulators have generally focused on feasibility, reliability or easiness of use, but few have used a specific acceptability measurement tool (Abboudi et al., 2013; Ahmed et al., 2011).

The aim of the present study was to assess the acceptability and usability of a procedural skill VR simulator using the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology model (UTAUT) (Venkatesh et al., 2003; Venkatesh et al., 2012). The scenario for this VR simulator was designed to train scrub nurses in the preparation of the instrumentation table for a craniotomy. The goal was to predict its future use through motivation and behavioral intention, to anticipate obstacles to its adoption, and ultimately to optimize its design.

According to the UTAUT model, the main predictors of acceptance of a technology are Performance Expectancy (i.e. Perceived Utility), Effort Expectancy (i.e. Perceived Usability), Social Influence and Facilitating Conditions (i.e. available resources and support), Hedonic Motivation (i.e. fun or perceived pleasure), and Behavioral Intention, with three moderating factors: age, gender, and experience. The virtual reality context adds a number of specific variables that may influence user experience in a VR environment (Williams et al., 2011). In the Components of User Experience model (CUE-model) (Thüring and Mahlke, 2007), the main elements are Perception of Instrumental Qualities, Perception of non-Instrumental Qualities and Emotional Reactions. In the present study, we assessed the non-instrumental

qualities of the system as well as participants' reactions by assessing their subjective workload, their feeling of presence, and their level of simulator sickness, and by asking them open-ended questions after the simulation session.

Based on the UTAUT model, behavioral intention to use the VR learning system was expected to be influenced by performance expectancy, effort expectancy, social influence, facilitating conditions and hedonic motivation, and to be moderated by age, gender and experience. Acceptability was thus expected to be higher for younger participants and men, and for scrub nurses or VR users/video gamers, considered as experienced participants. Moreover, according to the CUE-model, participants' intention to use the VR learning system was expected to be influenced by their level of subjective workload, feeling of presence and simulator sickness. Thus, acceptability was expected to be higher for participants with lower levels of subjective workload, stronger feelings of presence, and lower levels of simulator sickness.

METHOD

Participants

The VR simulator training system was first pre-tested with 5 VR experts (2 women and 3 men, mean age = 25.6), who were either PhD students in VR or VR engineers, familiar with best practices and interactions in virtual reality training systems. They tested the VR simulator individually and suggested ways of improving the design. The simulator training system was then tested for acceptability with a convenience sample of 16 non-expert users and 13 expert scrub nurses from the neurosurgery department of a French University Hospital.

Ethics

The study was approved by the Ethics Committee of the Hospital. Participants provided their informed consent for the study.

Apparatus

To ensure realism of the scenario, the formal methodology used for its design started with video observations recorded in the operating theatre. The surgical activities shown on these videos were encoded using the *Surgery Workflow Toolbox* [Annotate] software⁶ based on the OntoSPM ontology, a generic ontology for the domain of surgical processes (Gibaud et al., 2018). The scenarios resulting from these codings were then processed electronically using Test and Flip network (Caillaud, 2013) and #SEVEN (Claude et al., 2016), in order to model the variability of complex scenarios and the possible interactions between several users. A large screen allowed experimenters to monitor the execution of scenarios. The head-mounted display used for this study was the HTC Vive set.

Procedure

After reading and signing an information and consent form, participants completed a pre-experiment questionnaire to collect demographic data about gender, age, status, service and work experience, and to measure any prior interest or familiarity with technology, video games and virtual reality.

Instruction

Each simulation session began with a 3-minute instruction video to explain VR concepts, use of controllers and metaphors. In order to be as instructive as possible, the explanations were illustrated with scenes from the VR pre-training scenario, as described below (see Figure 1).

⁶ Surgery Workflow Toolbox* [Annotate] software: <https://b-com.com/en/bcom-surgery-workflow-toolbox-annotate>



Figure 1- Photo of the pre-training scenario

Pre-training session

After the instruction video, participants were presented with the VR pre-training scenario. The goal of this first scenario was to enable participants to learn the interactions and to identify any contraindications. VR pre-training is important to limit mental load effects and stress that can result from an initial VR experience (Lackey et al., 2016). As it was assumed that most of the participants were novices in VR, this scenario was performed twice. Total time was not expected to exceed 20 minutes.

Test session of the instrumentation table scenario

After this initial scenario, participants were presented with the VR instrumentation table scenario (Figure 2), lasting 20 minutes.



Figure 2- Photo of the instrumentation table scenario

In accordance with the surgical protocol for a craniotomy, participants had to arrange the surgical instruments that were displayed in front of them or handed to them by the virtual circulating nurse. This scenario involved 138 pickable surgical instruments and 50 different interactions between the user and the virtual environment.

All sessions were screen-recorded and video-recorded. After the simulation session, the participants completed a post-experiment questionnaire to measure their subjective workload, sense of presence, simulator sickness, and acceptability of the VR training system. They also took part in a recorded semi-structured interview (Figure 3). The total duration of the experiment was 1h30.

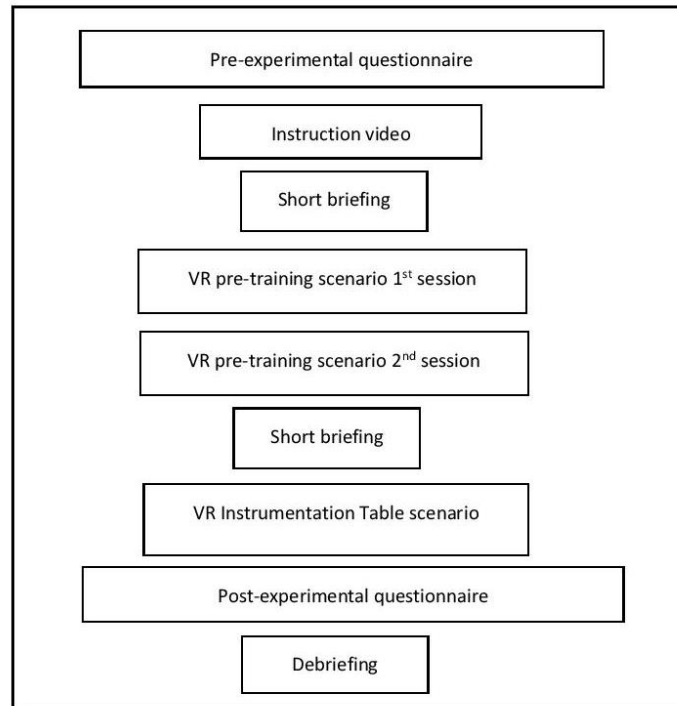


Figure 3- Flowchart of the simulation session

Measures

Personal innovativeness

In the pre-experiment questionnaire, participants were asked to complete the personal innovativeness scale (Agarwal and Karahanna, 2000). The four items of the scale were adapted to the present study (“When I hear about a new technology, I manage to try it out”; “In general, I hesitate to try new information technologies”; “Among my colleagues, I am usually the first to try new technologies”; and “I like experimenting with new information technologies”). A 5-point Likert scale from 1 (*strongly disagree*) to 5 (*strongly agree*) was used. The reliability of the personal innovativeness scale was satisfactory (Cronbach’s $\alpha = 0.79$) after removal of the reverse item related to hesitation to use new technologies.

Familiarity with video games and virtual reality

Based on the UTAUT model, it was expected that people who regularly used controllers and/or virtual environments would not have the same attitude towards the VR training simulator

as those who were unfamiliar with them. In the briefing phase, participants were asked whether they played video games and if they had already used virtual reality (Yes/No answers).

Usability of the VR simulator

Subjective workload. The NASA Task Load Index (NASA-TLX; Hart and Staveland 1988; simplified version of Byers et al., 1989) was used to assess participants' subjective workload experience during the simulation session. The NASA-TLX scale consists of 6 items regarding workload (i.e. mental demand, physical demand, temporal demand, performance demand, effort, and frustration) rated on a 0–100 scale. The reliability of the NASA-TLX scale was acceptable (Cronbach's $\alpha = 0.65$). Removing the reversed item for performance demand would have improved it (Cronbach's $\alpha = 0.72$). Nevertheless, we preferred to keep the original scale to allow possible comparisons with other studies.

Feeling of presence. The feeling of presence was evaluated with the SUS Questionnaire (Slater et al., 1994), which comprises 6 scales about the feeling of “being there”, the extent to which the virtual environment became the dominant reality, and the feeling of having visited a place rather than seeing images of it. For example: “I felt I was inside the virtual operating room” from 1 (*Not at all, never*) to 7 (*Really a lot, a lot*), or “When I remember the experience, the virtual operating theatre seems to be more as images than as a place I've been to” from 1 (*Images I've seen*) to 7 (*A place I've been to*). The reliability of the presence scale was good (Cronbach's $\alpha = 0.79$).

Simulator sickness. Simulator sickness was assessed with 13 items from the adapted version of the Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) (Bouchard et al., 2007; Kennedy et al., 1993) with a 4-point scale, from 0 (*no sign*) to 3 (*severe*). The oculomotor items were: fatigue, headache, eyestrain, difficulty focusing, difficulty concentrating, fullness of head, and blurred vision. The nausea items were: general discomfort, sweating, nausea, dizzy (eyes open), dizzy (eyes closed), and vertigo. Three items considered inappropriate for the training scenario were eliminated: increased salivation, stomach awareness and burping. The reliability of the global

simulator sickness questionnaire was satisfactory (Cronbach's $\alpha = 0.71$) after deletion of two items related to "Sweating" and "Difficulty concentrating". Responses to the 11 items were added together to form an overall simulator sickness score ranging from 0 to 33.

Task-completion times. Time needed for each participant to complete the task was isolated from logs as an objective index of usability of the VR simulator (Nielsen, 1993).

Acceptability of the VR simulator

Questionnaire of acceptability. The acceptability of the VR environment was measured with 21 items taken from the UTAUT2 questionnaire (Venkatesh et al., 2012), with a 7-point Likert scale from 1 (*Totally disagree*) to 7 (*Totally agree*). Price value and Habit were not assessed, as the study participants were not potential clients and immersive VR is still considered a new technology, especially in a training context. Three dimensions of this questionnaire only concerned expert users: social influence (i.e. opinion of colleagues or hierarchy), facilitating conditions (i.e. resource and assistance provided by the hospital) and behavioral intention (i.e. recommendation to colleagues) (for examples of items, see Appendix 1). Reliability was assessed for the global UTAUT scale and for each of its dimensions. All Cronbach's alphas were satisfactory (see Table 2). For each dimension, items were aggregated to give an overall score.

Interest for VR.

To measure participants' interest for VR, they responded to the same item before and just after the simulation session: "From my point of view, virtual reality can be useful for training", on a 5-point Likert scale from 1 (*strongly disagree*) to 5 (*strongly agree*).

Participants' reactions.

Finally, participants were asked to list by order of importance three reasons why they would like to use the simulator again, and three reasons why they would not.

RESULTS

Statistical analyses were conducted with JASP (JASP Team, 2018). Descriptive statistics were computed, such as mean, maximum and minimum values, and standard deviations. We also compared independent subgroups using Mann-Whitney tests, pre- and post-simulation with paired Student's t-test, and correlations between main variables using Bravais-Pearson coefficients. Three non-expert users and two expert users were excluded due to technical problems for three of them, differences in health expertise for one, and because one participant was not a native French speaker.

Population description

Table 1 describes the sample of the present study. Non-expert users were 16 PhD students or engineers in informatics, robotics, psychology, ergonomics or business administration. They included eight women and eight men, with a mean age of 26.63 years. Seven of them had never used VR before, while nine had. Eleven of them had already played video games, while five never had. The mean value for personal innovativeness was 3.60.

The sample of expert users comprised 13 scrub nurses from the neurosurgery department of a French University Hospital. All of them were women, with a mean age of 42 years. Four of them had already played video games, while nine never had. Similarly, four of them had already used VR, and nine never had. Their mean value for personal innovativeness was 3.38. No significant difference for personal innovativeness was observed between non-expert and expert users.

Table 1. Cronbach's alphas and Comparison of mean values (Mann Whitney)

	Group 1 (n=16)			Group 2 (n=13)			Difference	
	Mean value	S.D.	Min - Max	Mean value	S.D.	Min - Max	U=	p=
Personal innovativeness	3.604	0.534	2.33 - 4.33	3.385	1.186	1 - 5	115.00	.642
Mental demand	59.47	22.84	22 - 87	67.23	16.77	32.5 - 94	89.00	.524
Physical demand	21.50	19.65	02 - 70	22.77	19.02	00 - 67.5	98.00	.809
Temporal demand	51.94	26.00	05 - 87	46.54	22.16	17.5 - 85	123.00	.417
Performance	53.66	18.75	25 - 90	45.96	17.06	12.5 - 72.5	123.00	.404
Effort	54.72	17.45	20 - 82.5	55.19	25.87	00 - 85	94.00	.996
Frustration	48.13	24.17	05 - 82.5	48.08	21.49	00 - 77.5	103.00	.982
Workload	48.24	14.22	29.3 - 68.3	47.62	11.12	24.2 - 61.7	109.00	.843
Presence	4.647	1.135	2.5 - 6.17	5.103	0.959	3.67 - 7.00	86.50	.455
Simulator sickness	3.94	3.29	0 - 11	3.15	2.97	0 - 10	118.00	.548
Performance expectancy	5.355	0.898	3.67 - 6.67	5.411	0.954	4 - 7	103.50	1.000
Effort expectancy	5.234	0.809	3.5 - 6.5	5.148	0.865	3 - 6.5	105.00	.982
Hedonic motivation	6.124	0.677	5 - 7	6.513	0.765	5 - 7	69.50	.120
Time	13.437	3.648	9.079 - 21.447	14.706	2.802	11 - 19.25	76.00	.232

Subjective workload

Subjective workload for this VR training system was moderate for all dimensions, with some higher scores for mental demand, and lower scores for physical demand (see Figure 4). No significant difference was observed between non-expert and expert users (see Table 1). For non-expert users, the mean value of total workload was 48.24/100 ($SD = 14.22$). For expert users, the mean value was 47.62/100 ($SD = 11.12$).

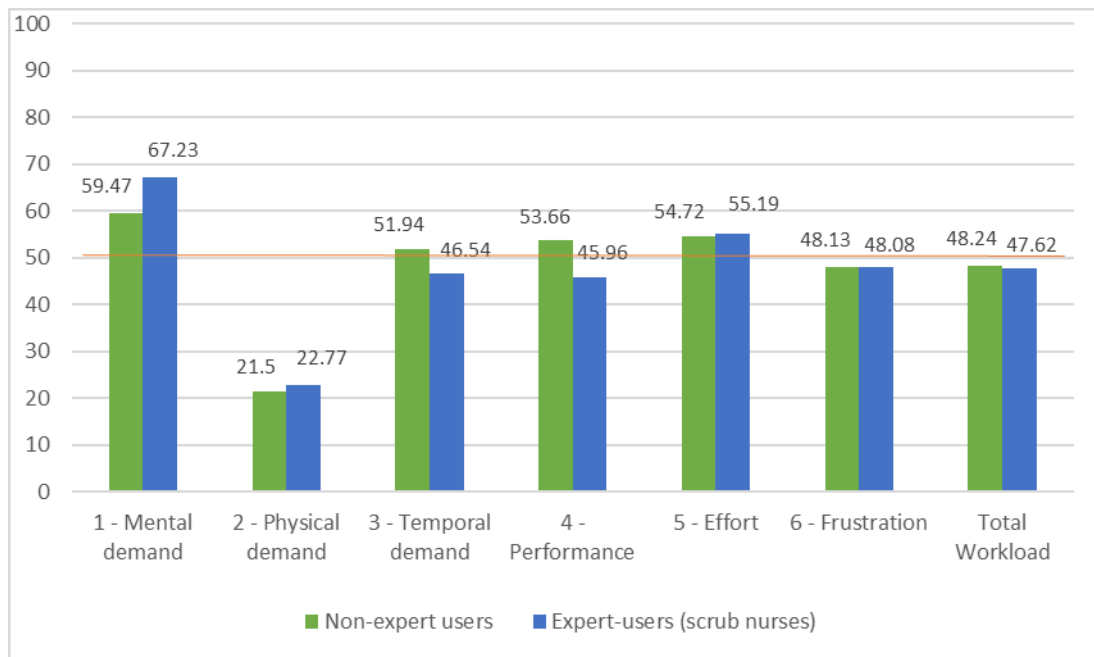


Figure 4- Mean scores of NASA-TLX of non-expert and expert users

Feeling of presence

Feeling of presence in the VR simulator training system was globally good. No significant difference was observed between the two subgroups (see Table 2). For non-expert users, the mean value was 4.47/7 ($SD = 1.14$), and for expert users, it was 5.10/7 ($SD = 0.96$).

Simulator sickness

Simulator sickness was low in this VR training system, with a higher score for oculomotor fatigue. No difference was observed between non-expert and expert users (see Table 2). For non-expert users, the mean value for global simulator sickness was 3.94/33 ($SD = 3.39$), for nausea it was 0.56 ($SD = 1.31$), and for oculomotor problems it was 3.37 ($SD = 2.70$). For expert users, the mean value for global simulator sickness was 3.15/33 ($SD = 2.97$), for nausea it was 0.61 ($SD = 1.12$), and for oculomotor problems it was 2.54 ($SD = 2.14$).

Task-completion times

Mean task-completion time for the instrumentation table scenario was 13.44 min ($SD = 3.65$) for non-expert users, and 14.71 min ($SD = 19.25$) for expert users. No significant difference between subgroups was observed (Table 2).

Acceptability of the VR simulator

Acceptability of the VR simulator was rated good by both non-expert and expert users. Mean scores for each group are presented in Figure 5. No significant difference was observed between the two subgroups (Table 1). For non-expert users, mean values were: 5.36/7 ($SD = 0.90$) for performance expectancy, 5.23/7 ($SD = 0.81$) for effort expectancy, and 6.12/7 ($SD = 0.68$) for hedonic motivation. For expert users, mean values were: 5.41/7 ($SD = 0.95$) for performance expectancy, 5.15/7 ($SD = 0.87$) for effort expectancy, 5.15/7 ($SD = 0.87$) for social influence, 5.87/7 ($SD = 0.62$) for facilitating conditions, 6.51/7 ($SD = 0.77$) for hedonic motivation, and 6.62/7 ($SD = 0.70$) for behavioral intention.

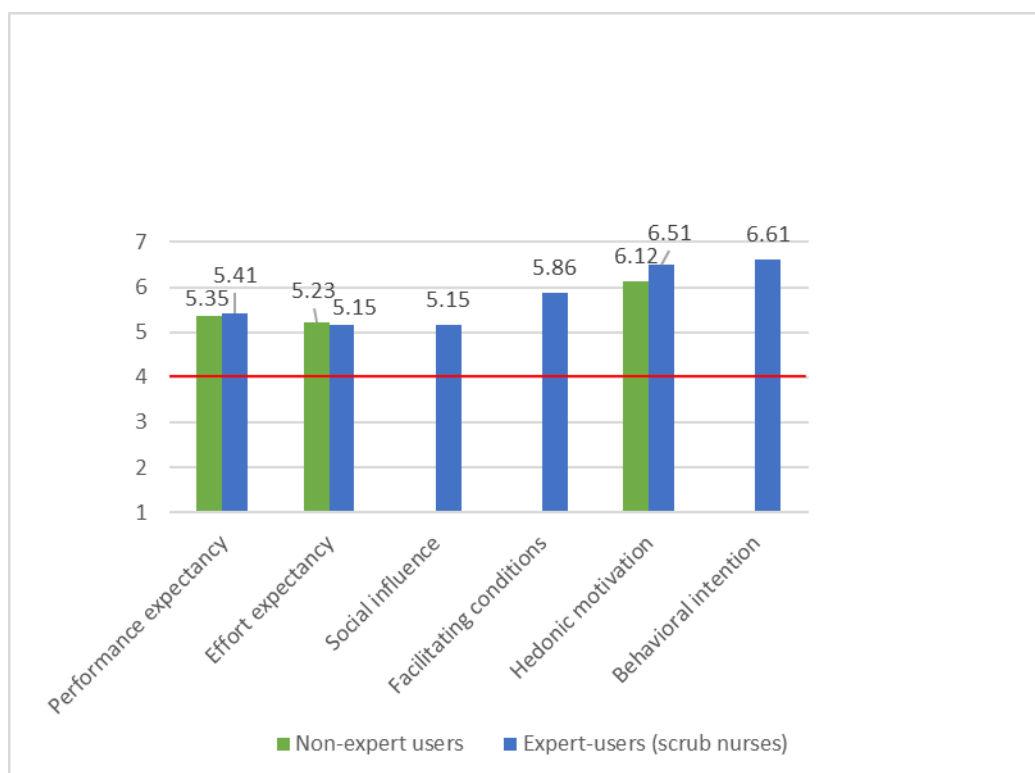


Figure 5- Mean scores of each dimension of UTAUT of non-expert and expert users

Interest in VR

Interest in VR for training was assessed pre- and post-simulation. The mean value was 4.48/5 ($SD = 0.57$) pre-simulation, and 4.79/5 ($SD = 0.34$) post-simulation. The difference is significant, $t(28) = -2.84$, $p = .008$, indicating that participants rated their interest in VR for training higher after the simulation session than before. No significant difference between non-expert and expert users was observed.

Participants' reactions

For non-expert users, the three most frequently mentioned reasons to use the simulator again were “fun” (12/16), “realism or immersion” (6/16), and “pedagogical interest” (5/16). Only three non-expert users mentioned some limitations of the VR system. The two most frequently mentioned reasons not to use the simulator again were “discomfort” (oculomotor fatigue) (10/16) and “lack of comprehension” (5/16). For expert users, the three most frequently mentioned reasons to use the simulator again were the same: “pedagogical interest” (8/13), “fun” (7/14), and “realism” (5/13). Only four expert users mentioned limitations of the VR system; the most frequently mentioned reasons not to use the simulator again were “discomfort” (oculomotor fatigue) (3/13) and “lack of communication or discussion” (2/13).

Correlations

Table 2 shows the correlations between measures of acceptability and user experience for all participants.

Concerning the intention to use the VR simulator, behavioral intention was positively correlated with hedonic motivation and facilitating conditions: the more participants enjoyed the environment, the more they wanted to use it again; the more participants thought they had the necessary resources or knowledge to use the environment, the more they wanted to use it again. Behavioral intention was negatively related to simulator sickness: the more participants felt simulator sick, the less they wanted to use the environment again.

Concerning the usability of the system, effort expectancy was negatively related to effort, frustration/anxiety and subjective workload: the less participants felt a sense of effort, the more they felt the environment was usable; the less participants felt frustrated or anxious, the more they felt the environment was usable; the less participants had a feeling of global workload, the more they felt the environment was usable; the more participants felt the simulation was physically demanding, the less they thought they had the necessary resources or knowledge to use it.

Concerning satisfaction with the system, hedonic motivation was positively correlated with mental and temporal demand: the more participants felt the simulation required attention or was mentally demanding, the more they enjoyed the environment; the more time pressure participants felt, the more they enjoyed the environment. Concerning user experience, the more participants felt immersed in the environment, the more they believed it was useful for their learning. Concerning simulator sickness, the more participants experienced simulator sickness, the less they thought they had the necessary resources or knowledge to use the environment. Simulator sickness was also positively correlated with performance: the more participants felt simulator sick, the more they thought they performed well.

Finally, some socio-demographic variables were related to task-completion time: the older participants took longer to complete the task, and women spent longer in the simulation session than men.

Table 2. Correlations for the studied variables

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1 Time	—																		
2 Mental Demand	0.358	—																	
3 Physical Demand	-0.109	0.007	—																
4 Temporal Demand	0.087	0.653 ***	0.173	—															
5 Performance	-0.090	0.208	0.080	-0.100	—														
6 Effort	0.414 *	0.503 **	0.028	0.648 ***	-0.098	—													
7 Frustration/Anxiety	0.066	0.238	0.136	0.453 *	0.008	0.366	—												
8 Workload	0.210	0.736 ***	0.373 *	0.825 ***	0.257	0.711 ***	0.640 ***	—											
9 Presence	0.272	-0.200	-0.187	-0.345	-0.307	0.028	0.008	-0.272	—										
10 Performance Expectancy	0.290	0.044	-0.208	-0.279	0.185	0.095	-0.085	-0.083	0.497 **	—									
11 Effort Expectancy	-0.236	-0.089	0.054	-0.337	-0.095	-0.417 *	-0.432 *	-0.383 *	0.146	0.073	—								
12 Social Influence	-0.078	0.288	-0.220	-0.064	-0.114	0.076	-0.322	-0.114	0.464	0.442	0.568 *	—							
13 Facilitating Conditions	-0.360	0.267	-0.581 *	0.054	-0.165	-0.239	-0.104	-0.248	0.083	0.253	0.290	0.600 *	—						
14 Hedonic Motivation	-0.025	0.399 *	-0.271	0.412 *	-0.100	0.150	0.186	0.242	-0.115	0.062	-0.061	0.179	0.643 *	—					
15 Behavioral Intention	-0.164	0.260	-0.241	0.517	-0.319	0.092	0.364	0.241	-0.156	-0.103	-0.150	0.196	0.669 *	0.860 ***	—				
16 Age	0.411 *	0.285	0.168	0.110	-0.316	0.300	-0.123	0.125	0.068	-0.055	-0.054	0.221	0.526	0.187	0.200	—			
17 Gender	0.481 **	0.187	-0.208	-0.016	-0.032	0.115	0.130	0.056	0.280	0.061	-0.281	NaN	NaN	0.256	NaN	0.467 *	—		
18 Group	0.195	0.193	0.034	-0.113	-0.215	0.011	-0.001	-0.024	0.217	0.031	-0.053	NaN	NaN	0.269	NaN	0.721 ***	0.556 **	—	
19 Simulator Sickness	0.218	0.035	0.270	-0.005	0.378 *	0.076	0.268	0.266	0.023	0.201	-0.111	0.323	0.806 ***	0.329	0.633 *	0.190	0.131	0.125	—

Note. N = 29. a: Gender: male = 1 and female = 2. b: Group: non-expert user = 1 and expert user (scrub nurses) = 2. c: no = 1 and yes = 2.

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

DISCUSSION

The objective of the present study was to assess the acceptability and usability of a VR simulator for procedural training among neurosurgery scrub nurses. Based on the UTAUT model, we examined which dimensions were related to the behavioral intention to use the VR simulator, and whether there were any differences between groups of expert and non-expert users.

Unlike the UTAUT model, age, gender and experience had no effect on the evaluation of acceptability of the VR simulator. For all dimensions of the acceptability scale, and for both non-expert and expert groups, mean values were higher than the scale's midpoint value, showing acceptability of the VR simulator. Other studies (Marchewka and Kostiwa, 2007; Sumak et al., 2010) have also found that socio-demographic variables have no effect. This is a very relevant finding, as it indicates that the instrumentation table scenario can be used to teach surgical procedures to a wide range of trainees.

“The interface is sometimes very intuitive. I'm impressed, it's well made and immersive. The video game aspect isn't awkward. I was in it.” (Participant 6)

“You have to familiarize yourself with the system and you have to understand, but it doesn't take long and it becomes fun” (Participant 23)

Concerning the usability experience of the VR simulator, there were no significant differences between scrub nurse experts and non-experts in terms of subjective workload, which was assessed as medium, or in temporal demand, performance, effort and frustration/anxiety. Mental demand was globally assessed higher than physical demand. Overall, participants expressed a need to concentrate on the task and simultaneously mobilize different mental resources. However, video gamers felt less subjective workload during the simulation and found the virtual environment easier to use than other participants.

“It really looks like what we do, but it needed more thinking and concentration.”

(Participant 26)

“It's a completely different world, we read at the same time, it involves many abilities at the same time.” (Participant 24)

All participants rated presence above the scale's midpoint value: expert users who were familiar with the operating room and the meaning of the scenario felt as immersed as non-experts who discovered it for the first time. This finding is of particular interest, as it shows that the instrumentation table scenario can be used for both initial and vocational training. Most participants felt enthusiastic about the realism of the virtual environment:

“It's very immersive. You're limited in space, but you want to explore, investigate, open the fridge. It's a sign that I felt good.” (Participant 2)

“It represents the environment very well. I was impressed, everything is in the right place. It felt like being in an operating room.” (Participant 22)

Simulator sickness was low for all participants, as observed in other studies (Bouchard et al., 2007). Although only two participants (i.e. 6.89%) felt no side effects at all, and one participant reported having a severe headache a few hours afterwards, none of them had to stop the session. However, even though simulator sickness was low, the oculomotor dimension was more perceptible. Although technical development will lead to improvements in the quality of head-mounted devices (HMD) in the near future, simulator sickness still remains an issue. Our results show that this can have a negative effect on behavioral intention and on the perception of facilitating conditions.

“The helmet flickers a little, and it's uncomfortable. It's a little heavy, you can feel the discomfort when you take it off.” (Participant 10)

“Now I have a bit of a headache, and I feel queasy.” (Participant 27)

Task-completion time is an objective measure of usability. Significant correlations were found between time and age, and between time and gender, but all the expert users were women and were older on average. The most important point is that there was no significant difference

in task-completion times between the two groups. Regardless of age or gender, all participants managed to learn how to use the simulator and successfully completed the simulation session.

Concerning the interest of the VR simulator, most participants stressed its pedagogical interest, fun and realism. While all the participants said that visual discomfort was the main drawback, non-expert users also mentioned lack of comprehension, and expert users mentioned lack of communication, especially with the circulating nurse.

Another important result of the present study is that interest in VR for training increased between pre- and post-simulation. All participants rated VR for training higher after the simulation session than before, showing that the experience convinced them of the interest of developing this type of tool for training:

“for the younger ones, or for us in other specialties, it might help us prepare a table.”

(Participant 23)

“Once you get used to the material,

you can imagine all sorts of things you can do with it.” (Participant 24)

“For other actions, there would be much to learn from VR. That's very interesting.”

(Participant 26)

Limitations

Even though acceptability studies do not require large samples, one of the limitations of this study is its small sample size. Our expert group was composed of all the scrub nurses in one surgical department, limiting our sample to neurosurgery. It would be interesting to compare them with scrub nurses from other medical specialties, and this could be the object of another study. Objective measures other than task-completion time could have been collected, such as logs from the simulator (e.g. hesitations, mistakes, or changes), but the scenario was too constrained to allow any exploitation of these data. Qualitative data could also have been gathered using the “think aloud” technique. This option was considered but ultimately rejected

for fear of significantly increasing participants' subjective workload. However, immediate reactions were collected in post-simulation interviews and have been included in the present discussion.

Conclusion

This study demonstrates the acceptability of a VR simulator for procedural training skills. Unlike the UTAUT model, there was no effect of age, gender or expertise. Workload, immersion and simulator sickness were rated equally by all participants. This shows that our VR simulator, designed to teach surgical procedures, can be used extensively in initial or vocational training.

The next step will be to show whether this approach significantly improves procedural skills. Another line of development will be to design new scenarios to teach non-technical skills, such as situational awareness and communication in the operating room, as suggested by some scrub nurses in the post-test interviews.

APPENDIX 1

UTAUT questionnaire: assessed dimensions and examples of items

Dimension	Example of items
<i>Performance expectancy</i>	This learning environment allows you to learn more quickly
	This environment makes learning more effective
<i>Effort expectancy</i>	My interactions with this learning environment are clear and understandable
	This learning environment is easy to use
<i>Social influence</i>	My superiors think I should train in this learning environment
	My colleagues will support this learning environment
	I have the necessary knowledge to learn with this learning environment
<i>Facilitating conditions</i>	This learning environment seems compatible with the training methods used at hospital
<i>Hedonic motivation</i>	Using this learning environment is fun
	I enjoyed learning in this new environment
<i>Behavioral intention</i>	I am ready to use this learning environment for another training course
	If I had the opportunity, I would recommend this learning environment to my colleagues

REFERENCES

- Abboudi, H., Khan, M.S., Aboumarzouk, O., Guru, K.A., Challacombe, B., Dasgupta, P., Ahmed, K., 2013. Current status of validation for robotic surgery simulators - a systematic review: Current status of validation for robotic surgery simulators. *BJU International* 111, 194–205. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2012.11270.x>
- Agha, R.A., Fowler, A.J., 2015. The role and validity of surgical simulation. *International Surgery* 100, 350–357. <https://doi.org/10.9738/INTSURG-D-14-00004.1>
- Ahmed, K., Jawad, M., Abboudi, M., Gavazzi, A., Darzi, A., Athanasiou, T., Vale, J., Khan, M.S., Dasgupta, P., 2011. Effectiveness of Procedural Simulation in Urology: A Systematic Review. *The Journal of Urology* 186, 26–34. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2011.02.2684>
- Bouchard, S., Robillard, G., Renaud, P., 2007. Revising the factor structure of the Simulator Sickness Questionnaire, in: *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*. pp. 117–122.
- Caillaud, B., 2013. Surgical Process Mining with Test and Flip Net Synthesis, in: *Application of Region Theory (ART)*. Barcelona, Spain, pp. 43–54.
- Claude, G., Gouranton, V., Caillaud, B., Gibaud, B., Jannin, P., Arnaldi, B., 2016. From Observations to Collaborative Simulation: Application to Surgical Training, in: *International Conference on Artificial Reality and Telexistence, Eurographics Symposium on Virtual Environments*.
- Gibaud, B., Forestier, G., Feldmann, C., Ferrigno, G., Gonçalves, P., Haidegger, T., Julliard, C., Katić, D., Kenngott, H., Maier-Hein, L., März, K., de Momi, E., Nagy, D.Á., Nakawala, H., Neumann, J., Neumuth, T., Rojas Balderrama, J., Speidel, S., Wagner, M., Jannin, P., 2018. Toward a standard ontology of surgical process models. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery* 13, 1397–1408. <https://doi.org/10.1007/s11548-018-1824-5>
- JASP Team, 2018. JASP (Version 0.9)[Computer software].

- Lackey, S.J., Salcedo, J.N., Szalma, J.L., Hancock, P.A., 2016. The stress and workload of virtual reality training: the effects of presence, immersion and flow. *Ergonomics* 59, 1060–1072. <https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1122234>
- Marchewka, J.T., Kostiwa, K., 2007. An Application of the UTAUT Model for Understanding Student Perceptions Using Course Management Software 7, 13.
- Merchant, Z., Keeney-Kennicutt, W., Goetz, E., 2015. Predicting Undergraduate Students' Acceptance of Second Life for Teaching Chemistry. *Journal of Online Learning & Teaching* 11.
- Nielsen, J., 1993. Usability engineering. Academic Press, San Diego.
- Slater, M., Usoh, M., Steed, A., 1994. Depth of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments* 3, 130–144.
- Sumak, B., Polancic, G., Hericko, M., 2010. An Empirical Study of Virtual Learning Environment Adoption Using UTAUT. *IEEE*, pp. 17–22. <https://doi.org/10.1109/eLmL.2010.11>
- Thüring, M., Mahlke, S., 2007. Usability, aesthetics and emotions in human–technology interaction. *International Journal of Psychology* 42, 253–264. <https://doi.org/10.1080/00207590701396674>
- Venkatesh, Morris, Davis, Davis, 2003. User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly* 27, 425. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Venkatesh, V., Thong, J.Y., Xu, X., 2012. Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS quarterly* 36, 157–178.
- Williams, M.D., Rana, N.P., Dwivedi, Y.K., Lal, B., 2011. Is UTAUT really used or just cited for the sake of it? a systematic review of citations of UTAUT's originating article., in: *ECIS*.

Pour conclure ce chapitre, nous venons de voir que, malgré leurs différences d'âge, de genre et d'expertise, l'ensemble des participant·es de notre étude valident l'acceptabilité de l'environnement virtuel et soulignent sa facilité d'utilisation ainsi que son côté immersif et réaliste. Elles·ils reconnaissent avoir eu du plaisir à participer à la simulation malgré un effort de concentration important et une certaine fatigue visuelle. Elles·ils ont également exprimé l'intérêt d'un tel simulateur dans le cadre de l'apprentissage procédural et pour l'apprentissage professionnel. Le scénario et l'EV développés semblent donc pouvoir être utilisés auprès de nombreuses·x utilisateur·trices, sans restriction particulière, pour la formation initiale comme pour la formation continue. Cette première étape a suscité beaucoup d'intérêt de la part des IBODE qui ont suggéré des améliorations et des pistes du scénario pour contribuer au développement de cet outil. Dans le chapitre suivant, nous allons voir comment il a été enrichi par l'ajout d'un scénario spécifique visant le développement de la conscience de la situation, CNT de type cognitif.

CHAPITRE 5 – CONSCIENCE DE LA SITUATION ET DETECTION D'ERREURS

1. Présentation de l'article en français⁷

La conscience de la situation est une CNT majeure pour les IBODE car elles·ils sont sensé·es penser avec un temps d'avance sur la·le chirurgien·ne (Mitchell et al., 2011). Pourtant, des évaluations spécifiques de cette compétence au sein d'équipes chirurgicales ont montré que le niveau de conscience de la situation des IBODE était plus faible, comparé aux autres membres de l'équipe (Guerlain et al., 2005). Ceci semble révéler un besoin de formation et d'entraînement spécifique pour cette compétence. Par ailleurs, les IBODE ont la responsabilité du respect de l'hygiène et de l'asepsie au bloc opératoire, afin de garantir la qualité et la sécurité des soins. Dans la perspective de sensibiliser les professionnel·les de santé à cette problématique, certains établissements mettent en place un bloc opératoire factice dans lesquels les soignant·es doivent repérer des erreurs d'hygiène et d'asepsie (Guilloton, 2016 ; Moll & Péan, 2016 ; Mirek & Prétot, 2019). Notre objectif avec le développement du « Bloc virtuel des

⁷ Bracq, M.S., Michinov, E., Le Duff, M. Arnaldi, B., Gouranton, V., & Jannin, P. Training situational awareness for scrub nurses: errors recognition in a virtual operating room. *Nurse Education Today*. (submitted).

Erreurs » était de transposer ce scénario de simulation en RV et d'étendre son intérêt pédagogique à la conscience de la situation. Cette étude se propose d'évaluer ce scénario.

A cette fin, nous émettons deux hypothèses. La première est que les participant·es qui présentent un niveau de conscience de la situation et un degré d'immersion plus élevés, ainsi qu'un niveau de charge de travail et d'anxiété plus faibles, détectent plus d'erreurs et sont plus rapides dans leur détection. La seconde est que les participant·es qui détectent plus d'erreurs explorent le bloc virtuel de façon plus complète et relatent une meilleure expérience utilisateur.

La promotion 2018-2020 de l'IFIBO de Rennes (15 femmes, 3 hommes, âge moyen : 35 ans), considérée comme le groupe « Elèves », a participé à cette étude. Le groupe contrôle est constitué d'IBODE présentes à l'IFIBO pour la formation aux gestes exclusifs, et considéré comme le groupe « Expertes » (8 femmes, âge moyen : 45 ans, expérience moyenne : 14 ans).

L'équipement de RV est composé de manettes et d'un casque (HTC Vive) qui place les participant·es au centre du bloc opératoire virtuel, au sein duquel elles·ils peuvent interagir et se déplacer librement, grâce à la téléportation possible entre huit emplacements dans le bloc opératoire. La sélection des erreurs implémentées dans le scénario a fait l'objet de discussions avec des professionnel·les, avec les formateur·rices, d'une analyse de la littérature, et a tenu compte de l'aspect technique de leur représentation ainsi que de leur intérêt pédagogique. Elles sont 19 au total. Douze d'entre elles concernent le risque infectieux, quatre, le risque de rupture dans la continuité des soins, une, le risque d'erreur d'identité, une autre, le risque de lésion trophique et enfin une, le risque médicamenteux. Douze d'entre elles présentent un risque modéré, et sept, un risque élevé (détail des erreurs en Annexe 8).

Les sessions de simulation, organisées sous forme de passations individuelles, se sont déroulées en mai et juin 2019. A la demande des Elèves, une seconde session a été organisée en août 2019. Les participant·es ont disposé de 14 minutes pour s'assurer que les règles de qualité, de sécurité et d'hygiène étaient respectées, et pour vérifier la table au regard de l'intervention chirurgicale et du patient. Elles·ils devaient alors signaler les éventuelles

anomalies chirurgicales relevées. Auparavant, pendant le briefing, elles·ils avaient accès à une version papier du dossier patient (Annexe 9). Chaque session était ensuite suivie d'un court débriefing individuel, puis par un débriefing collectif selon le modèle 3D (Zigmont et al., 2011) (cf. Protocole en Annexe 10).

Afin de tester nos hypothèses, certaines données ont été récupérées depuis le simulateur ainsi que des questionnaires post-simulation (cf. Questionnaire en Annexe 11). Les déplacements ont été analysés et des représentations en vue aérienne ont pu être générées pour chaque participant·e. Enfin, l'analyse du débriefing a permis de mettre en évidence les arguments et affects des participant·es.

Les analyses statistiques des données ont permis de comparer chaque groupe selon son statut, Elèves et Expertes, mais également de créer et comparer deux groupes, « Détection d'erreurs Elevée » et « Détection d'erreurs Faible », selon le nombre médian d'erreurs relevées par l'ensemble des participant·es. Nos résultats montrent un effet de ce niveau de détection. En effet, on observe que le groupe « Détection Elevée » a signalé plus d'erreurs pour les deux catégories de risque, et a été plus rapide pour les erreurs présentant un niveau de risque élevé. Ce groupe a également été plus mobile à l'intérieur du bloc virtuel (càd a effectué plus de déplacements) que le groupe « Détection Faible ». Nos résultats montrent également un effet du statut des participant·es. Les Elèves ont détecté plus d'erreurs que les Expertes, en particulier, celles à niveau de risque modéré. Elles·ils ont également été plus rapides et plus mobiles dans le bloc virtuel que les Expertes. Par contre, ces dernières montrent un niveau de satisfaction supérieur. Des analyses de corrélation confirment le lien positif entre conscience de la situation, efficacité et satisfaction, et le lien négatif avec la charge de travail. Enfin, l'intention comportementale, facteur prédictif de l'acceptabilité, présente un lien positif avec les sentiments d'immersion, d'efficacité et de satisfaction ainsi qu'un lien négatif avec la charge de travail.

Lors de la seconde session, les Elèves ont signalé plus d'erreurs, mais aussi plus de non-erreurs que lors de la première passation. Elles·ils ont également été plus mobiles et exploré

plus d'emplacements dans le bloc virtuel. Par contre, leurs niveaux de conscience de la situation et de charge de travail étaient moins élevés.

Ces résultats confirment partiellement nos hypothèses, en particulier que les participant·es qui détectent plus d'erreurs ont un niveau de conscience de la situation et un sentiment d'immersion plus élevé que celles·ux qui détectent moins d'erreurs. Ils nous confirment également que notre scénario est une bonne opportunité pour développer la conscience de la situation.

La différence de performance entre les « Elèves » et les « Expertes » nous a surpris. En effet, contrairement à nos attentes, les « Expertes » ont détecté moins d'erreurs dans le bloc virtuel. Toutefois, ce résultat inattendu peut s'expliquer par le fait que nous avons considéré les « Elèves » comme des novices, et non comme des « débutant·es avancé·es » qui font face sur tous les fronts alors que les expert·es priorisent leurs actions en fonction de leur degré d'importance ou de risque (Benner, 1982, 2004). Ces résultats peuvent aussi s'expliquer par la récurrence d'un module de formation « Hygiène et Sécurité des soins » pour les élèves de l'Ecole. Toutefois, ce résultat confirme également des études antérieures sur le respect des règles d'hygiène et le besoin de rappels réguliers pour les soignant·es en poste (Erasmus et al., 2010 ; Gammon, Morgan-Samuel, & Gould, 2007) .

L'analyse des débriefings révèle le besoin de temps pour s'appropriier l'environnement et se familiariser avec les interactions dans l'EV. Ils confirment également l'acceptabilité du scénario. Par ailleurs, les élèves se sont interrogé·es sur leurs comportements, quand elles·ils ont réalisé que le patient n'avait pas été leur priorité. Le débriefing a également été l'occasion pour les élèves de discuter la notion d'erreur, et de réfléchir sur leur confrontation à la nouveauté. Enfin, les résultats de la deuxième session ont montré un effet d'apprentissage du simulateur, avec la mise en place de stratégies.

Le scénario du « Bloc virtuel des Erreurs » a permis d'évaluer la conscience de la situation des participant·es et semble être un outil de formation approprié pour cette CNT, tant

pour la formation initiale que pour la formation continue. Le scénario a été généralement bien accepté. Il permet par ailleurs de générer des supports individualisés pour le débriefing. La suite du développement consistera à enrichir le scénario avec d'autres erreurs pour permettre aux formateur·trices de le faire varier en fonction de leurs objectifs ou du niveau de leurs élèves. D'autre part, l'ajout d'erreurs permettra de tester le scénario auprès d'autres professionnel·les de santé au bloc opératoire, comme les IADE, par exemple.

2. Article 3 - Training situational awareness for scrub nurses: Errors recognition in a virtual operating room

INTRODUCTION

Most scrub nurses discover the operating room (OR) for the first time during their nursing internships, by watching surgical interventions, under the supervision of experienced scrub nurses, surgeons and surgical residents. This clinical training is stressful for students, and very demanding in terms of tutor availability. It also leads to differences in learning outcomes due to the diversity of practices, levels and pedagogical qualities of the tutors. Virtual reality (VR) simulation provides interesting opportunities to train scrub nurses in a safe environment and in similar conditions to a real OR, and is less demanding in tutor resources (Flurry et al., 2012). Although VR has been shown to be a useful training tool for technical skills, it has been less widely studied for non-technical skills (NTS) (Bracq et al., 2019a). NTS are defined as the cognitive and social skills that complement technical skills for safe and efficient performance (Flin et al., 2008). They are crucial for patient safety and quality of care, and training scrub nurses in these skills has become essential (Kang et al., 2015).

Situation awareness (SA) is a crucial NTS in the OR as it has a direct impact on communication, decision making, leadership and teamwork (Flin et al., 2015). It is defined as the ability to gather information, recognize and understand it, and anticipate its future state (Flin et al., 2008). It is a major NTS for scrub nurses who are responsible for hygiene and safety and who are also expected to “think ahead of the surgeon” (Mitchell et al., 2011, 2012). However, specific training is required, because it has been shown that the SA of scrub nurses is lower than that of other members of the surgical team (Guerlain et al., 2005).

“Error recognition in an OR” is a well-known simulation scenario that involves real-life situations in a mock-up OR in order to sensitize healthcare professionals to quality and safety standards as well as hygiene rules (Mirek & Prétot, 2019). Our goal was to develop a simulation

scenario in a VR environment, and examine its value as an SA training tool, as it involves effective information gathering and anticipation during the surgical intervention.

Objective and hypotheses

The objective of this study was to assess “Error recognition in a virtual OR”, a VR-based simulation scenario we designed to improve the SA of scrub nurses.

We expected that participants with higher SA, lower perceived workload, lower anxiety and higher immersion levels in the VR simulator would detect more errors in the OR and more rapidly. We also expected that participants who detected more errors would explore the virtual OR more thoroughly and have a better user experience.

METHOD

Participants and study design

Eighteen students in the same class of a French school for scrub nurses were invited to participate voluntarily in our study (15 females, 3 males, mean age: 35). For the control group, we invited 8 expert scrub nurses (all female, mean age: 45, mean experience: 14 years) to attend a five-day training course at the school. The study was approved by the Ethics Committee of the University Hospital. Participants provided their informed consent for the study.

VR simulator and scenario

The VR equipment used for the experiment was an HTC Vive system, composed of a Head Mounted Display and two hand-controllers. Participants were immersed in a virtual OR where they could move and interact freely. Teleportation was possible between 8 predefined locations in the virtual OR (see Figure 1).



Figure 1- Photo of teleportation in the virtual OR

The errors introduced in the virtual OR were selected after discussions with professionals and a review of the literature. We also took into account their representability in a virtual environment after many discussions with VR engineers, and we asked scrub nurse teachers to validate their pedagogical interest. Finally, 19 errors were introduced, related to hygiene and risk of infection (n = 12), disruptions to the surgical procedure (n =4), identity monitoring (n = 1), trophic lesions (n = 1) and medical risk (n = 1). For each one, the level of risk was evaluated by 2 teachers and 2 scrub nurses, and we differentiated between moderate risk (n= 12) and high-risk errors (n = 7).



Figure 2- Photo of an error

Procedure

The scenario was pretested by three second-year students at a French school for scrub nurses. This gave us an overview of the reactions to the scenario, and an estimate of the number of reported errors. It also allowed us to adjust the duration of the simulation.

Simulation sessions took place in the school in the presence of an experimenter, in January, May and August 2019.

Briefing

Participants had 14 minutes to check the instrumentation table in the virtual OR and to ensure that quality standards, safety and hygiene rules were respected. They were asked to report any surgical error they observed by selecting any object or situation they found non-compliant. Before entering the simulator, participants read a paper version of the patient file, which was also accessible in the virtual environment. The case was a craniotomy for Mr Jean Dupond, aged 54, with a left frontal meningioma.

Debriefing

Each individual session was followed by a short individual debriefing (5 to 10 minutes) to obtain participants' immediate reactions and check their emotional state. Next, a 90-minute collective debriefing was organized with two teachers and experimenters, following the 3D model: Defusing, Deepening and Discovering (Zigmont et al., 2011).

At the request of the nursing students during the collective debriefing, a second session was organized six months later with the same protocol and scenario.

Measures

Objective measures retrieved from the VR simulator

The simulator recorded data for each participant: number and nature of detected errors, time needed for detection, number and nature of places visited. Retrieved logs from each session provided graphical movement representations enabling us to compare trajectory patterns

(Gallagher & Satava, 2002). We divided the OR into 4 zones: entrance with screen and tables; centre with patient, equipment and colleagues; corner 1 with other equipment; and corner 2 with microscope (see Figure 3). We observed 4 patterns of movements in the OR: (1) Pattern A: participants moved all round the OR (see Figure 4); (2) Pattern B: one corner (1 or 2) was ignored; (3) Pattern C: both corners were ignored; (4) Pattern D, centre and corners were ignored (see Figure 5).

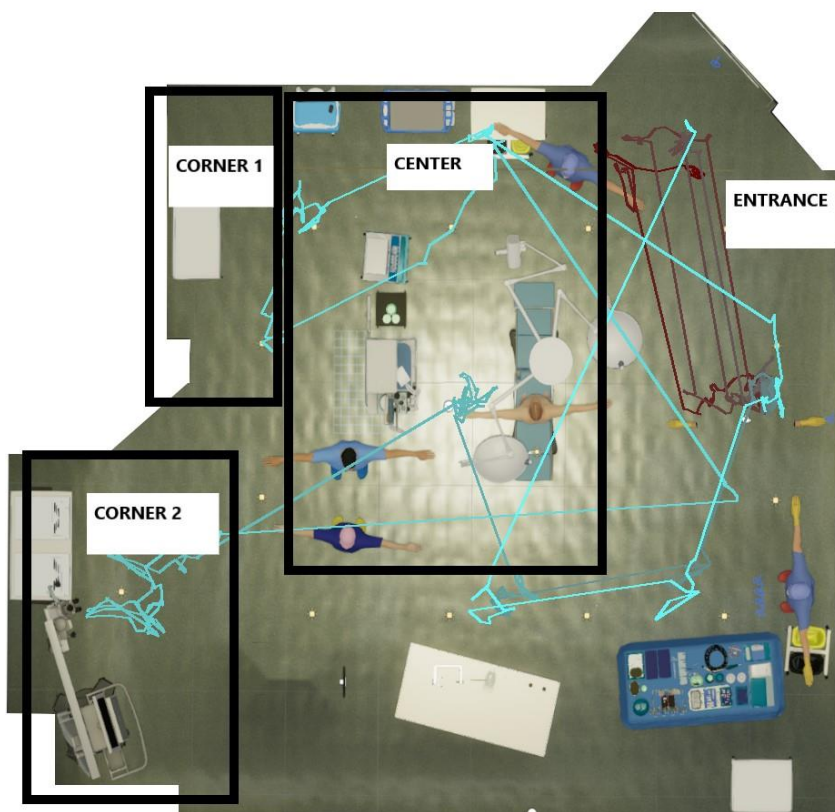


Figure 3- Photo of an aerial view of the virtual OR with the four zones

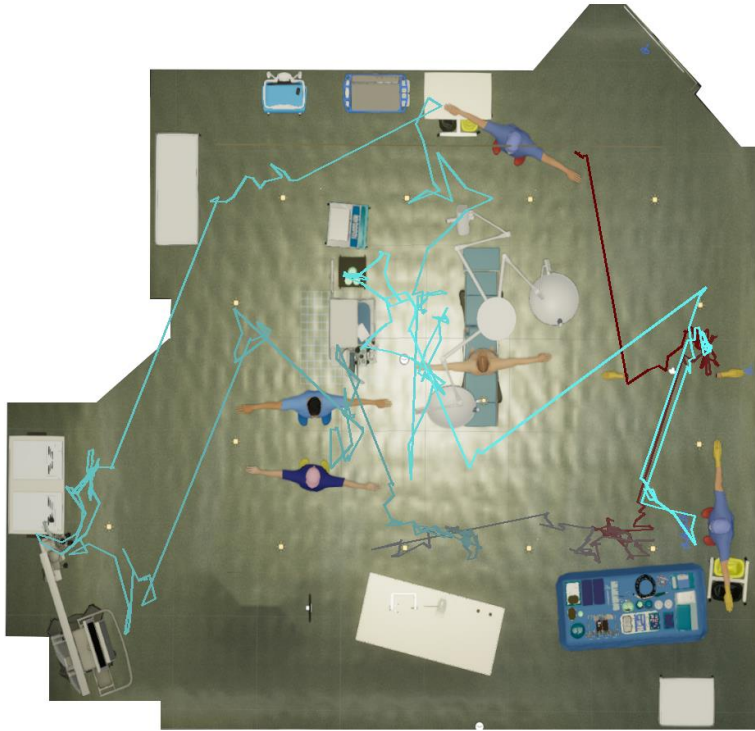


Figure 4- Movements in the OR: pattern A

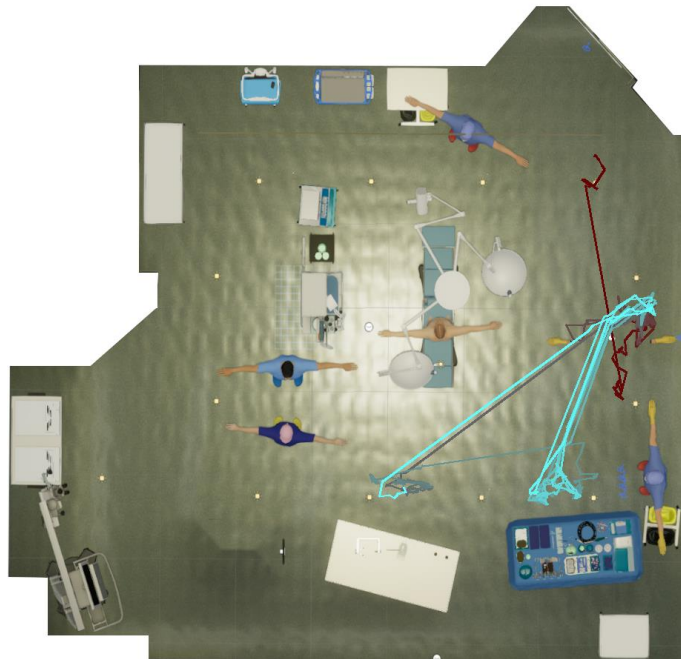


Figure 5- Movements in the OR: pattern D

Self-reported measures from questionnaires after the simulation

Situation awareness. The Situation Awareness Rating System (SART; Taylor, 1990) was used to assess participants' SA during the simulation session. It consists of 10 items rated on a seven-point Likert scale, grouped in 3 dimensions: attentional demand, attentional supply, and understanding. Scores on the SART vary from -15 to +39.

Subjective workload. The NASA Task Load Index (NASA-TLX; Hart & Staveland, 1988; simplified version of Byers et al., 1989) was used to assess participants' subjective workload during the simulation session. It consists of six items: mental demand, physical demand, temporal demand, performance demand, effort, and frustration, rated on a 0–100 scale.

Anxiety. The short-form of the State-Trait Anxiety Inventory (STAI-Y; Spielberger, 1983; STAI: Y-6 item; Marteau & Bekker, 1992) was used to assess participants' anxiety. It consists of six items rated on a four-point Likert scale, from 1=not at all to 4=very much. Total score is calculated using Marteau and Bekker's formula. Scores range between 34 and 36 in normal conditions, and between 50 and 61 in stressful conditions (Bekker et al., 2003).

Attitudes and satisfaction post-simulation. Participants were asked to assess their perception of the simulation with 13 items rated on a seven-point Likert scale and grouped in five dimensions: ease of use, immersion, efficiency, overall satisfaction and behavioural intention.

Debriefing. During individual debriefings, participants were asked for their initial reactions and their perception of self-efficacy (Bandura, 1977). During the collective debriefing, they were asked to express their feelings and reactions after the simulation (Defusing phase). After that, all the errors were reviewed (Discovering phase). Finally, participants were asked about their strategies and what they had learnt for their future clinical practice (Deepening phase). Debriefings were recorded and transcribed. Collective debriefing was analysed using a five-minute timeline pattern, summarizing the number of oral interactions by students, silences, interruptions such as laughter, and students' arguments and affects.

Statistical analysis

Statistical analysis was performed with JASP (JASP Team, 2018). Descriptive statistics were computed for the level of performance, and for each subgroup of participants (i.e. nursing students vs expert nurses). For the level of performance, participants were median-split to create two groups: participants in the Low Detection Group (LDG) detected fewer than 7.5 errors, while those in the High Detection Group (HDG) detected more than 7.5. Comparisons were made using non-parametric Wilcoxon paired sample T-tests and bilateral non-parametric Mann-Whitney independent sample T-tests. P values < .05 were considered significant. The correlations within small samples were calculated with Spearman Coefficients, and p values <.01 were considered significant. Movements in the OR and the debriefing sessions were measured using descriptive analyses.

RESULTS

1. Effects of the level of performance

The results for the two groups are presented in Table 1. HDG detected more errors than LDG in both categories of errors: moderate risk ($U= 7.50$, $p <.001$) and high risk ($U= 27.50$, $p =.001$). High risk errors were detected faster by HDG than LDG, $U=46.00$, $p =.043$.

HDG had a higher SA score than LDG, $U=48.50$, $p=.034$, and a higher level of immersion, $U=43.00$, $p=.017$. Marginally significant results show that LDG had a higher level of subjective workload than HDG, $U= 115$, $p.062$, and that HDG felt more satisfied than LDG $U= 54$, $p=.057$.

Table 1. Effects of the level of performance (Low Detection Group vs High Detection Group) on the different measures.

Measures	Low Detection Group (n=13)			High Detection Group (n=13)			Diff.	
	M (SD)	Min	Max	M (SD)	Min	Max	U=	P=
Nb of detected errors	4.69 (1.75)	2.00	7.00	10.38 (2.14)	8.00	15.00	0.00	<.001
Mean detection rate	0.25 (0.09)	0.11	0.37	0.55 (0.11)	0.42	0.79	0.00	<.001
Moderate risk mean detection rate	0.27 (0.13)	0.08	0.50	0.60 (0.14)	0.33	0.83	7.50	<.001
High risk mean detection rate	0.21 (0.14)	0.00	0.43	0.45 (0.19)	0.14	0.71	27.50	.001
Mean detection time	5.86 (1.71)	2.40	9.22	6.34 (1.95)	3.45	10.80	71.00	.505
Moderate risk mean detection time	6.26 (2.25)	2.35	10.26	5.92 (2.21)	3.35	9.93	95.00	.614
High risk mean detection time	5.33 (2.31)	1.46	8.32	7.50 (2.62)	3.41	12.26	46.00	.043
Number of Visited Places	13.46 (3.60)	8.00	19.00	15.08 (4.73)	4.00	24.00	65.50	.339
Situation Awareness	15 (11.75)	-8.00	28.00	23.31 (7.42)	10.00	34.00	48.50	.034
Subjective Workload	54.61 (19.90)	11.50	82.00	45.55 (19.04)	14.00	76.50	115.00	.062
Anxiety	40.26 (14.11)	20.00	70.00	41.28 (14.31)	23.33	63.33	80.00	.602
Ease of Use	3.60 (1.19)	1.00	5.00	3.59 (0.97)	1.33	5.00	93.50	.660
Immersion	3.58 (1.11)	1.25	5.00	4.46 (0.68)	3.00	5.00	43.00	.017
Efficiency	3.85 (1.21)	1.50	5.00	4.19 (0.60)	3.00	5.00	79.50	.811
Satisfaction	3.61 (1.32)	1.00	5.00	4.46 (0.56)	3.50	5.00	54.00	.057
Behavioural Intention	4.15 (1.34)	1.00	5.00	5.00 (0.00)	5.00	5.00	NaN	

Note = We used one-tailed test (Mann-Whitney) with hypothesis of Low Detection Group > High Detection Group for subjective workload and anxiety measures, and Low Detection Group < High Detection Group for moderate and high risk detection rates, mean, moderate and high risk detection time, SA, ease of use, immersion, efficiency, satisfaction and behavioural intention measures.

Next, we examined the movements in the OR of both groups (see Table 2). Regarding the first place visited, 8 participants in each group started with the screen. In HDG, the 5 remaining participants chose the instrumentation table first. In LDG, 1 participant began with the two colleagues, 1 with the equipment in the centre, and 1 with the other equipment in a corner.

Analysis of patterns revealed that participants in HDG explored the OR more than participants in LDG. In HDG, 7 participants followed pattern A (i.e. moved all round the OR), 4 followed pattern B (i.e. one corner was ignored), and 2 followed pattern C (i.e. both corners

were ignored). In LDG, 6 participants followed pattern A, 6 followed pattern B, and 1 followed pattern D.

Table 2. First places visited and patterns of movements in the OR according to the level of performance and status of participants

	Low Detection Group	High Detection Group	Nursing Students		Expert Nurses
			Session 1	Session 2	
Screen first	8	8	12	10	4
Instrumentation table first	2	5	5	2	2
2 Colleagues first	1	0	0	2	1
Patient first	0	0	0	0	0
Equipment first	1	0	0	4	1
Other equipment first	1	0	1	0	0
Pattern A	6	7	11	13	2
Pattern B	6	4	5	5	5
Pattern C	0	2	1	0	1
Pattern D	1	0	1	0	0

2. Effects of the participants' status

The results revealed some differences between nursing students and expert nurses (see Table 3). Students detected more errors than the experts, $U=113.5$, $p=.011$. Students detected more moderate risk errors, $U= 120.00$, $p=.004$, and were quicker than experts, $U=38.00$, $p=.031$. Students visited more places than the experts, $U=115$, $p=.009$. However, experts were more satisfied than students, $U=41$, $p=.041$.

Table 3. Effect of the participants' status of (nursing students vs expert nurses) on the different measures.

Measures	Nursing students (n=18)			Expert nurses (n=8)			Diff.	
	M (SD)	Min	Max	M (SD)	Min	Max	U=	P=
Nb of detected errors	8.56 (3.57)	3.00	15.00	5.25 (1.91)	2.00	8.00	113.5	.011
Mean detection rate	0.45 (0.19)	0.16	0.79	0.28 (0.10)	0.11	0.42	113.5	.011
Moderate risk mean detection rate	0.51 (0.21)	0.08	0.83	0.26 (0.09)	0.08	0.33	120.00	.004
High risk mean detection rate	0.34 (0.22)	0.00	0.71	0.30 (0.18)	0.00	0.57	75.00	.887
Mean detection time	5.88 (1.26)	3.45	8.51	6.59 (2.62)	2.40	10.80	59.50	.505
Moderate risk mean detection time	5.54 (1.80)	3.35	9.56	7.32 (2.62)	2.35	10.26	38.00	.031
High risk mean detection time	6.80 (2.20)	3.20	12.26	5.56 (3.66)	1.46	11.68	79.00	.357
Number of Visited Places	15.67 (3.55)	9.00	24.00	11.12 (4.02)	4.00	16.00	115.00	.009
Situation Awareness	18.33 (10.47)	-8.00	33.00	21.00 (11.10)	4.00	34.00	59.50	.504
Subjective Workload	51.39 (20.07)	14.00	82.00	47.12 (19.6)	11.50	67.50	83.00	.559
Anxiety	41.85 (13.82)	23.30	70.00	38.33 (14.80)	20.00	63.30	83.50	.539
Ease of Use	3.66 (0.96)	1.33	5.00	3.46 (1.33)	1.00	5.00	76.00	.844
Immersion	3.96 (1.08)	1.25	5.00	4.15 (0.89)	2.50	5.00	64.50	.694
Efficiency	3.94 (0.89)	1.50	5.00	4.19 (1.13)	2.00	5.00	53.00	.288
Satisfaction	3.81 (1.16)	1.00	5.00	4.56 (0.68)	3.50	5.00	41.00	.041
Behavioural Intention	4.50 (1.15)	1.00	5.00	4.75 (0.71)	3.00	5.00	65.00	.600

Note = We used one-tailed test (Mann-Whitney) with hypothesis of Nursing students > Expert nurses for mean and moderate risk detection rates, and number of visited places measures, and Nursing students < Expert nurses for moderate risk detection time, and satisfaction measures

Analysis of movements revealed that 12/18 students and 4/8 experts started with the screen, while 5/18 students and 2/8 experts started with the instrumentation table. No participant started with the patient or the single colleague first. Regarding movement patterns, the main difference between experts and students was for pattern A: 11/18 students explored the whole virtual OR compared to only 2/8 experts (see Table 2).

3. Correlations

The results of correlations are presented in Table 4. SA was negatively correlated with subjective workload: the higher the level of SA, the lighter the subjective workload. SA was positively correlated with efficiency and satisfaction: participants with a high level of SA found the scenario a better learning tool and felt more satisfied with its design than those with a lower level. Perceived workload was positively correlated with anxiety: the more anxious participants felt, the greater their subjective workload during the simulation. Workload was negatively correlated with efficiency: the greater the subjective workload during the simulation, the less the scenario was considered to be an efficient training tool.

Behavioural intention, in other words, the inclination to use the simulator again and an important predictor of acceptability, was positively correlated with immersion, efficiency, and satisfaction: participants who felt more immersed, who thought the scenario was a good training tool, or who enjoyed its design were more inclined to use the simulator again. Behavioural intention was negatively correlated with perceived workload: participants who felt a higher level of subjective workload were less inclined to use the simulator again.

Table 4. Correlation Matrix - Spearman Correlations.

		NbErrors	NbPlaces	SA	Workload	Anxiety	EaseofUse	Immersion	Efficiency	Satisfaction	BehavInt
NbErrors	Spearman's rho	—									
	p-value	—									
NbPlaces	Spearman's rho	0.333	—								
	p-value	0.097	—								
SA	Spearman's rho	0.390 †	-0.049	—							
	p-value	0.049	0.813	—							
Workload	Spearman's rho	-0.354	0.190	-0.543 **	—						
	p-value	0.076	0.353	0.004	—						
Anxiety	Spearman's rho	0.028	0.094	-0.021	0.520 **	—					
	p-value	0.892	0.648	0.920	0.006	—					
EaseofUse	Spearman's rho	0.030	0.146	0.462 *	-0.367	-0.194	—				
	p-value	0.882	0.477	0.017	0.066	0.341	—				
Immersion	Spearman's rho	0.342	-0.167	0.406 *	-0.146	0.221	0.125	—			
	p-value	0.087	0.416	0.040	0.475	0.278	0.544	—			
Efficiency	Spearman's rho	0.130	-0.348	0.543 **	-0.572 **	-0.197	0.489 *	0.344	—		
	p-value	0.527	0.081	0.004	0.002	0.336	0.011	0.085	—		
Satisfaction	Spearman's rho	0.301	-0.280	0.662 ***	-0.341	0.016	0.121	0.383	0.374	—	
	p-value	0.127	0.166	<.001	0.088	0.939	0.556	0.053	0.060	—	
BehavInt	Spearman's rho	0.414 †	-0.236	0.432 *	-0.611 ***	-0.443 *	0.075	0.522 **	0.523 **	0.542 **	—
	p-value	0.036	0.246	0.028	<.001	0.023	0.715	0.006	0.006	0.004	—

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

4. Analyses of debriefings after the 1st simulation session

During individual debriefings, nursing students were asked how they evaluated their performance (self-efficacy): 3/18 assessed it as poor, 10/18 as average, and 5/18 as good.

The details of the collective debriefing are presented in Table 5. The defusing phase lasted for 55 minutes. Defusing gave participants the opportunity to express themselves spontaneously and there were many verbal interactions, with several moments of interruption

and one moment of silence. Participants discussed the simulator and the scenario: realism, immersion, need for time to get used to it, difficulty with the controllers or for reading small information, problems identifying some elements, choice of the surgical specialty, and questions about interpreting the errors. They also stressed the difference between their behaviour in the simulator and in real life, especially regarding the patient, as most of them realized they had not checked him first. They also felt divided between playing a game and being assessed, and most of them asked to be given a mark. Despite positive feedback about the environment, and acknowledgement that they had acquired knowledge, they mostly expressed negative affects: confusion, frustration, exhaustion, loneliness, lack of communication, fear (reaction, failure, sickness), and ambivalence.

The discovering phase lasted 10 minutes. There were fewer exchanges, no silence and fewer interruptions. However, participants commented on the errors they had or had not detected, and mentioned again some difficulty in interpreting information or details. They also asked about some elements that they had identified as errors. They mainly expressed surprise when they discovered errors they had not found.

The deepening phase lasted 20 minutes. There were fewer exchanges than in the two previous phases, fewer interruptions but more silences. Students expressed their awareness that the last OR they worked in was their reference point, and that the simulation had alerted them to points for their next training period. They also asked for a second session, which was organized six months later.

Table 5. Collective debriefings with nursing students

	Session 1			Session 2		
	Defusing	Discovering	Deepening	Defusing	Discovering	Deepening
Duration	55 min (56.25%)	10 min (12.50%)	20 min (31.25%)	5 min (25%)	10 min (50%)	5 min (25%)
Nb of oral interactions	161	52	48	14	14	11
Nb of silences	1	0	4	0	2	0
Nb of laughter	23	16	8	1	2	0
Students' assertions	Realism, immersion, time to adapt. Difficulties with controllers, reading, identification for some elements, surgical specialty (neurosurgery), interpretation of errors Differences with ordinary behaviours, contrast between game and assessment Need for a score	Comments on the errors they had found or not Difficulties for reading information Interpretation of errors with question on elements that were not considered as errors in the scenario	Awareness that the last OR they worked is their reference point Having a reference OR gives a feeling of security but need to detach from it before the next training period Warning points for the next training period Ask for a second session Fun aspect of simulation Positive conclusion	Easier and quicker Importance of immersion and time for appropriation More perspective on their activity Satisfaction, fun, less pressure	Importance of their experience in the last training periods Awareness of their ability to cope with novelty Difficulty in reading or memorize information Need for a score or feedback on the number of detected errors Enjoyed immersion, eager to go back in the virtual OR	Ideas for future use
Students' affects	Confusion, frustration, exhaustion, loneliness, lack of communication, fear (reaction, failure, sickness), ambivalence Admiration for the work, reassured to see the knowledge acquired	Surprise				

Results of the second simulation session

Results are presented in Table 6. The mean number of detected errors was higher in session 2 than session 1, $U=7.50$, $p < .001$. The mean number of reported non-errors was higher in session 2 than session 1, $U=13.50$, $p = .004$. Moderate risk detection rate was higher in session 2 than session 1, $U=1$, $p < .001$. High risk detection rate was higher in session 2 than session 1, $U=19.5$, $p = .020$. SA was higher in session 1 than session 2, $U= 162$, $p < .001$. Subjective workload was higher in session 1 than session 2, $U=142$, $p = .006$. Ease of use was higher in session 2 than session 1, $U=19$, $p = .019$.

Table 6. Comparisons of the two simulation sessions

Measures	Session 1 (n=18)			Session 2 (n=18)			Diff.	
	M (SD)	Min	Max	M (SD)	Min	Max	U=	P=
Nb of detected errors	8.56 (3.57)	3	15	11.67 (2.14)	7	16	7.50	<.001
Nb of reported non errors	1.78 (1.66)	0	6	3.72 (2.89)	0	12	13.50	.004
Mean detection rate	0.45 (0.19)	0.16	0.79	0.61 (0.11)	0.37	0.84	9.00	<.001
Moderate risk mean detection rate	0.51 (0.21)	0.08	0.83	0.70 (0.15)	0.42	1	1	<.001
High risk mean detection rate	0.34 (0.22)	0.00	0.71	0.45 (0.12)	0.29	0.71	19.50	.020
Mean detection time	5.88 (1.36)	3.45	8.51	5.16 (1.70)	2.47	7.99	118.00	.163
Moderate risk mean detection time	5.54 (1.80)	3.35	9.56	4.62 (1.81)	1.99	7.89	116.00	.196
High risk mean detection time	6.80 (2.20)	3.20	12.26	6.54 (2.11)	2.78	9.83	95.00	.702
Number of Visited Places	15.67 (3.55)	9.00	24.00	17.83 (3.62)	13.00	26.00	50.50	.132
Situation Awareness	18.33 (10.47)	-8.00	33.00	5.33 (1.19)	2	7	162	<.001
Subjective Workload	51.39 (20.07)	14.00	82.00	41.37 (13.01)	19.50	72.50	142	.006
Ease of Use	3.66 (0.96)	1.33	5.00	4.17 (0.51)	3	4.67	19	.019
Immersion	3.96 (1.08)	1.25	5.00	4.11 (0.57)	3.00	5.00	57.50	.909
Efficiency	3.94 (0.89)	1.50	5.00	4.08 (0.65)	3.00	5.00	31.00	.549
Satisfaction	3.81 (1.16)	1.00	5.00	3.82 (0.67)	2.50	5.00	66.00	.750
Behavioural Intention	4.50 (1.15)	1.00	5.00	4.72 (0.46)	4.00	5.00	4.00	.410

Note = We used one-tailed test (Wilcoxon) with hypothesis of Session 1 > Session 2 for SA and Workload, and Session 1 < Session 2 for number of detected errors and non-errors, moderate and high risk detection rates, and ease of use measures.

Main results regarding movements in the virtual OR are presented in Table 2. Students generally started with the tactile screen, but unlike the first session, some of them started with the colleagues or the equipment. They explored the OR more fully in the second session, though the patterns of movements were reduced: moving through the whole OR (pattern A) or ignoring the empty corner (pattern B).

After this second session, a collective debriefing was organized (see Table 5). Students found it easier and felt they had responded faster in the virtual OR in the second than first session. They stressed the importance of immersion and the need to become familiar with the environment first. Overall, students expressed more satisfaction, more enjoyment and less pressure. Participants acknowledged the impact of their recent training periods and the simulation session on their ability to adapt and cope with novelty. Again, they expressed difficulty identifying small details, and asked for a score or feedback of their performance to check their progress between the two sessions. However, they said that they enjoyed immersion, and were eager to use the virtual OR again.

DISCUSSION

The objective of this study was to assess “Error recognition in a virtual OR”, a VR-based simulation scenario designed to improve the SA of scrub nurses.

Concerning the effects of the level of performance, the results partly confirm our prediction, showing that participants who detected most errors had higher SA scores and a higher level of immersion than participants who detected fewer errors. Participants who had higher SA scores perceived their workload to be lighter, felt more satisfied with the design of the scenario, and also considered the simulator to be a better learning tool than those with a lower level of SA. Participants who perceived a heavier subjective workload were also more anxious and rated the scenario as a less efficient learning tool. These results confirm that our scenario is a good training tool to improve SA. It also stresses the importance of immersion in the process, not only for hedonic purposes but also for learning outcomes, by projecting oneself into the situation and engaging in it (Gutierrez et al., 2007).

We also observed some unexpected differences between students and experts. The results revealed that nursing students detected more errors, especially those involving moderate risk. They also explored the virtual OR more than expert nurses. However, experts expressed more satisfaction with the scenario than students. These differences may be due to the fact that we considered the students to be novices, which they are not. In the French system, scrub nurse students have already worked for at least two years, mostly as scrub nurse assistants. Based on the Dreyfus model, they can be considered as “Advanced Beginners”, who focus on doing everything correctly, while “Experts” focus on the situation without wasting time on moderate problem situations (Benner, 1982, 2004). Our results could also be explained by the fact that the students had just completed a course on safety and hygiene rules. This is congruent with previous research on compliance with standard precautions by scrub nurses and other OR healthcare professionals after a few years of practice, and the need for regular reminders (Erasmus et al., 2010; Gammon et al., 2007). This suggests that this scenario could be useful for both initial and in-service training, particularly as experts expressed a higher level of satisfaction with it than students.

Analysis of the collective debriefing stressed the need to give participants time to discover the environment and get used to VR interactions. They enjoyed the realism of the scenario and said that they would like to have another session, indicating the acceptability of the scenario, which is in line with our previous study of another VR simulator we developed (Bracq et al., 2019b). Students also wondered about the differences between their behaviour in the virtual OR and in a real-life situation, as they realized that they had not given their main attention to the patient. It also made them aware of their perception of errors, which is an important issue for reflective analysis and clinical reasoning (Lavoie et al., 2013).

Finally, the results of the second session with students six months later demonstrated that learning occurred in the VR simulation. The students detected more errors in the second session, and perceived the workload to be lighter. They also found the simulator easier to use and expressed more satisfaction with their performance in the debriefing. Although they still said

they had some difficulty identifying certain details, and wanted to be given a score or feedback, they found the session had made them more aware of their ability to cope with novelty. They enjoyed it and were eager to use the simulator again. This second session showed that the simulator had a learning effect and that students used strategies to detect a wider range of errors.

Limitations and future studies

The average number of errors detected by our participants was lower than the mean value of 9.5. More sessions are needed to see if this value is stable and to determine whether it is due to our selection or the representation of errors, or to the VR modality that may have unsettled some participants. Participants were not asked about their previous experience of video games or VR, as the acceptability study of the environment demonstrated that it had no impact (Bracq et al., 2019b), but it could have been interesting to check that this was still valid.

One experimenter was present during each simulation, to start the session and make sure that there were no problems. This social presence may have influenced participants' behaviour and performance, especially for the Experts who may have felt they were being assessed. It would be interesting to control for this effect with sessions in which participants are left alone.

Future studies should also test the external validity of the "Error Recognition in a Virtual OR" scenario and see whether its use can be extended to other professions.

Future development of the scenario is also expected, introducing more errors as well as an authoring interface to enable teachers to focus on a category of errors relevant to the profile of their students or to their teaching objectives. The use of aerial views of movements for debriefing could also be studied (Levett-Jones & Lapkin, 2014).

Conclusion

In this study, we analysed the subjective workload, anxiety and SA of participants immersed in a virtual surgical simulation scenario we designed, called “Error Recognition in a Virtual OR”. The results show that participants who detected the most errors had a higher level of SA and felt more immersed in the environment than those detecting fewer errors. We also compared two groups, students and qualified scrub nurses who we considered as our experts. Contrary to our expectations, the students performed better than the experts, which indicates the importance of providing in-service training for healthcare professionals. Moreover, as our scenario dealt with safety and hygiene, our results confirm the need for regular reminders about this issue.

The scenario enabled SA to be assessed and thus seems to be a suitable tool to improve this NTS, in both initial and in-service training. The VR technology used for the simulator was generally well accepted and motivated trainees. It provides data that can be used constructively in debriefing. Further development will involve using the scenario with other healthcare professionals working in the OR.

REFERENCES

- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, 84(2), 191.
- Bekker, H. L., Legare, F., Stacey, D., O'Connor, A., & Lemyre, L. (2003). Is anxiety a suitable measure of decision aid effectiveness: A systematic review? *Patient Education and Counseling*, 50(3), 255-262. [https://doi.org/10.1016/S0738-3991\(03\)00045-4](https://doi.org/10.1016/S0738-3991(03)00045-4)
- Benner, P. (1982). From novice to expert. *American Journal of Nursing*, (82), 402-407.
- Benner, P. (2004). Using the Dreyfus Model of Skill Acquisition to Describe and Interpret Skill Acquisition and Clinical Judgment in Nursing Practice and Education. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 24(3), 188-199. <https://doi.org/10.1177/0270467604265061>
- Bracq, M.-S., Michinov, E., & Jannin, P. (2019a). Virtual reality simulation in nontechnical skills training for healthcare professionals: A systematic review. *Simulation in Healthcare*, 14(3), 188–194. <https://doi.org/doi:10.1097/SIH.0000000000000347>
- Bracq, M.-S., Michinov, E., Arnaldi, B., Caillaud, B., Gibaud, B., Gouranton, V., & Jannin, P. (2019b). Learning procedural skills with a virtual reality simulator: An acceptability study. *Nurse Education Today*, 79, 153-160. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2019.05.026>
- Byers, J. C., Bittner, A. C., & Hill, S. G. (1989). Traditional and raw task load index (TLX) correlations: Are paired comparisons necessary? In E. Mital (Éd.), *Advances in industrial ergonomics and safety* (p. 481-485). London: Taylor & Francis.
- Erasmus, V., Daha, T. J., Brug, H., Richardus, J. H., Behrendt, M. D., Vos, M. C., & van Beeck, E. F. (2010). Systematic Review of Studies on Compliance with Hand Hygiene Guidelines in Hospital Care. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 31(3), 283-294. <https://doi.org/10.1086/650451>
- Flin, R., O'Connor, P., & Crichton, M. (2008). *Safety at the sharp end, a guide to non-technical skills*. Farnham: Ashgate Publishing Limited.

- Flin, R., Youngson, G. G., & Yule, S. (2015). *Enhancing Surgical Performance: A Primer in Non-Technical Skills*. CRC Press.
- Flurry, M., Brooke, S., Micholetti, B., Natoli, N., Moyer, K., Mnich, S., & Potochny, J. (2012). Nurse Training With Simulation: An Innovative Approach to Teach Complex Microsurgery Patient Care. *Annals of Plastic Surgery*, 69(4), 459-461. <https://doi.org/10.1097/SAP.0b013e31824b3db4>
- Gallagher, A. G., & Satava, R. M. (2002). Virtual reality as a metric for the assessment of laparoscopic psychomotor skills. *Surgical Endoscopy*, 16(12), 1746-1752. <https://doi.org/10.1007/s00464-001-8215-6>
- Gammon, J., Morgan-Samuel, H., & Gould, D. (2007). A review of the evidence for suboptimal compliance of healthcare practitioners to standard/universal infection control precautions. *Journal of Clinical Nursing*, 0(0), 070621074500057-??? <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2006.01852.x>
- Guerlain, S., Adams, R. B., Turrentine, F. B., Shin, T., Guo, H., Collins, S. R., & Calland, J. F. (2005). Assessing team performance in the operating room : Development and use of a “black-box” recorder and other tools for the intraoperative environment. *Journal of the American College of Surgeons*, 200(1), 29-37. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2004.08.029>
- Gutierrez, F., Pierce, J., Vergara, V., Coulter, R., Saland, L., Caudell, T., ... Alverson, D. (2007). The effect of degree of immersion upon learning performance in virtual reality simulations for medical education. *Medicine Meets Virtual Reality*, 15, 155.
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index) : Results of Empirical and Theoretical Research. In *Advances in Psychology* (Vol. 52, p. 139-183). [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9)
- JASP Team. (2018). *JASP (Version 0.9)[Computer software]*. Consulté à l'adresse <https://jasp-stats.org/>

- Kang, E., Massey, D., & Gillespie, B. M. (2015). Factors that influence the non-technical skills performance of scrub nurses: A prospective study. *Journal of Advanced Nursing*, *71*(12), 2846-2857. <https://doi.org/10.1111/jan.12743>
- Lavoie, P., Pepin, I., & Boyer, L. (2013). Reflective debriefing to promote novice nurses' clinical judgment after high-fidelity clinical. *Dynamics*, *24*(4), 36–41.
- Levett-Jones, T., & Lapkin, S. (2014). A systematic review of the effectiveness of simulation debriefing in health professional education. *Nurse Education Today*, *34*(6), e58-e63. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2013.09.020>
- Marteau, T. M., & Bekker, H. (1992). The development of a six-item short-form of the state scale of the Spielberger State-Trait Anxiety Inventory (STAI). *British Journal of Clinical Psychology*, *31*(3), 301-306. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8260.1992.tb00997.x>
- Mirek, S., & Prétot, R. (2019). Le “bloc des erreurs” en simulation, apprendre autrement. *Inter bloc*, *6502*(1), 28-31. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bloc.2019.01.004>
- Mitchell, L., Flin, R., Yule, S., Mitchell, J., Coutts, K., & Youngson, G. (2011). Thinking ahead of the surgeon. An interview study to identify scrub nurses' non-technical skills. *International Journal of Nursing Studies*, *48*(7), 818-828. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2010.11.005>
- Mitchell, L., Flin, R., Yule, S., Mitchell, J., Coutts, K., & Youngson, G. (2012). Evaluation of the Scrub Practitioners' List of Intraoperative Non-Technical Skills (SPLINTS) system. *International Journal of Nursing Studies*, *49*(2), 201-211. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2011.08.012>
- Spielberger, C. D. (1983). *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory STAI (Form Y)*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Taylor, R. M. (1990). Situation awareness rating technique (SART): The development of a tool for aircrew systems design. *Situational Awareness in Aerospace Operations (Chapter 3)*. Présenté à France: Neuilly sur-Seine. France: Neuilly sur-Seine: NATO-AGARD-CP-478.

Zigmont, J. J., Kappus, L. J., & Sudikoff, S. N. (2011). The 3D Model of Debriefing: Defusing, Discovering, and Deepening. *Seminars in Perinatology*, 35(2), 52-58.
<https://doi.org/10.1053/j.semperi.2011.01.003>

Pour conclure ce chapitre, nous avons évalué le scénario du « Bloc virtuel des Erreurs » qui vise le développement d'une CNT d'ordre cognitive : la conscience de la situation. Ce scénario met également en jeu les connaissances des IBODE qui ont la responsabilité du respect de l'hygiène et de l'asepsie au bloc opératoire. Pour cette étude, nous avons deux hypothèses. La première est que les participant·es qui détectent plus d'erreurs et sont plus rapides dans leur détection présentent un niveau de conscience de la situation et un degré d'immersion plus élevés, ainsi qu'un niveau de charge de travail et d'anxiété plus faibles. La seconde est que les participant·es qui détectent plus d'erreurs explorent le bloc virtuel de façon plus complète et relatent une meilleure expérience utilisateur. Ce scénario a été testé par deux groupes de participants, « Elèves » et « Expertes » que nous avons pu comparer. Nous avons également pu comparer les participant·es sur leur niveau de détection : « Détection Faible » / « Détection Elevée ».

Le groupe « Détection Elevée » a signalé plus d'erreurs pour les deux catégories de risque et a été plus rapide pour les erreurs présentant un niveau de risque élevé. Ce groupe a également été plus mobile à l'intérieur du bloc virtuel (càd a effectué plus de déplacements). Nos résultats montrent également un effet du statut des participant·es. Les Elèves ont détecté plus d'erreurs que les Expertes, en particulier, celles à niveau de risque modéré. Elles·ils ont également été plus rapides et plus mobiles dans le bloc virtuel que les Expertes. Par contre, ces dernières montrent un niveau de satisfaction supérieur. Lors de la seconde session, les Elèves ont signalé plus d'erreurs, mais aussi plus de non-erreurs que lors de la première passation. Elles·ils ont également été plus mobiles et exploré plus d'emplacements dans le bloc virtuel. Par contre, leurs niveaux de conscience de la situation et de charge de travail étaient moins élevés.

L'analyse des débriefings révèle le besoin de temps pour s'appropriier l'environnement et se familiariser avec les interactions dans l'EV. Ils confirment également l'acceptabilité du scénario. Le débriefing a également été l'occasion pour les élèves de discuter la notion d'erreur, et de réfléchir sur leur confrontation à la nouveauté. Par ailleurs, les élèves se sont interrogé·es

sur leurs comportements, quand elles·ils ont réalisé que le patient n'avait pas été leur priorité. Enfin, les résultats de la deuxième session ont montré un effet d'apprentissage du simulateur, avec la mise en place de stratégies.

Ce scénario semble être un outil de formation approprié pour cette CNT, tant pour la formation initiale que pour la formation continue. Il permet également de générer des supports individualisés originaux pour le débriefing. Par ailleurs, le niveau d'acceptabilité de ce scénario est bon.

Dans le chapitre suivant, nous proposons un autre scénario visant le développement de la communication ouverte, CNT sociale ou interpersonnelle qui, comme nous l'avons mentionné précédemment, demande une part d'assertivité et se retrouve dans un grand nombre de situations du quotidien au bloc opératoire. De plus, cette compétence s'est imposée assez logiquement à la suite du scénario du « Bloc virtuel des Erreurs ». En effet, après avoir détecté une erreur ou un comportement qui transgresse les règles d'hygiène, la question se pose de savoir que faire de cette information, et comment la traiter.

CHAPITRE 6 – COMMUNICATION OUVERTE SUR TABLETTE

1. Présentation de l'article en français⁸

A la suite du scénario du « Bloc virtuel des Erreurs », nous nous sommes interrogés sur les comportements à tenir face à la détection d'une erreur au bloc opératoire. La signaler à la personne concernée, c'est-à-dire utiliser la communication ouverte, est une option possible. Selon le modèle d'Okuyama (2014), la communication ouverte est motivée par la sécurité de la·du patient·e. Elle est influencée par des facteurs contextuels et individuels, mais également par le résultat d'un conflit d'évaluation entre sécurité perçue et coûts perçus, ou entre efficacité perçue et sentiment de futilité. Face à un comportement problématique, les professionnel·les de santé ont souvent recours à différentes stratégies pour le signaler à la personne concernée. Au bloc opératoire, les freins à la communication sont nombreux, souvent liés à des problèmes de différence hiérarchique, de conflits de rôles, et de conflits interpersonnels ou de pouvoir (Pattni et al., 2019 ; Sutcliffe, Lewton, & Rosenthal, 2004).

Nous avons développé un scénario de simulation en RV afin de développer la communication ouverte auprès des élèves IBO, en proposant plusieurs situations impliquant

⁸ Bracq, M.S., Michinov, E., Le Duff, M. Arnaldi, B., Gouranton, V., & Jannin, P. « Doctor, please »: training speaking up with virtual reality. *Clinical Simulation in Nursing*. (In prep).

des interlocuteur·rices de différents niveaux hiérarchiques. Pour cela, nous avons implémenté un paradigme classique de confrontation à des vignettes cliniques, auxquelles nous avons associé des questions sur la probabilité de communiquer le comportement problématique, l'embarras associé et les stratégies mises en œuvre pour faire le signalement (Schwappach, 2018). A l'issue de cette simulation, nous avons procédé à un self-débriefing, activité individuelle écrite et structurée qui permet aux participant·es de s'exprimer à leur propre rythme, sans crainte de jugement et sans la pression sociale qui peut être ressentie lors d'un débriefing collectif (Lapum et al., 2018 ; Levett-Jones & Lapkin, 2014 ; Roussin et al., 2018) (cf. Protocole en Annexe 12).

Notre objectif dans cette étude était d'évaluer la probabilité de communiquer une erreur, l'embarras éventuellement ressenti et d'analyser les stratégies employées, face à des interlocuteur·rices de différents niveaux hiérarchiques. Nos hypothèses étaient les suivantes : 1) la probabilité de signaler une erreur est plus importante pour un·e interlocuteur·rice de même statut (IBODE), 2) l'embarras ressenti est plus fort vis-à-vis d'un·e interlocuteur·rice de statut plus élevé (chirurgien·ne).

Les 33 élèves des deux promos de l'IFIBO de Rennes ont participé à notre étude (28 femmes, 5 hommes, âge moyen : 34 ans), lors de deux sessions, en juin et octobre 2019. Les passations se sont déroulées de manière collective et simultanée, mais chaque participant disposait d'une tablette individuelle. Le scénario plaçait les participant·es face à quatre situations, en ordre aléatoire d'apparition :

- IBODE 1 : la circulante porte des boucles d'oreille,
- IBODE 2 : la circulante s'approche trop de la table d'instrumentation,
- CHIRURGIEN 1 : le chirurgien ne porte pas son masque correctement,
- CHIRURGIEN 2 : un chirurgien d'un autre bloc opératoire, dont la casaque est souillée, vient voir son collègue et s'approche trop près du champ stérile.

Pour chacune d'entre elles, les élèves étaient invité·es à se positionner sur une échelle de Likert en 7 points sur deux questions : « le signalez-vous ? » et « vous sentez-vous embarrassé·e de le signaler ? ». Une troisième question, ouverte, les invitait à écrire comment elles·ils le signaleraient. Lors du self-débriefing, structuré selon le modèle 3D (Zigmont et al., 2011), les participant·es étaient, entre autre, amené·es à exprimer les raisons du signalement ou de leur absence de signalement (cf. Annexe 13). Puis, un court questionnaire d'évaluation du scénario (facilité d'usage, immersion, efficacité, satisfaction et intention d'usage) était soumis à chacun·e (cf. Annexe 14). A la fin de la séance, une fiche pédagogique sur la communication ouverte était présentée et remise à chacun·e (cf. Annexe 15). Les réponses correspondant à la troisième question ont été codées par deux codeurs à partir d'une analyse thématique du matériel récolté. Les réponses à la question du self-débriefing ont été codées à partir d'une adaptation du modèle d'Okuyama.

Les résultats confirment partiellement notre première hypothèse de l'effet du statut de l'interlocuteur sur la probabilité de signaler une erreur. En effet, à l'exception de la première vignette qui concerne le port de boucles d'oreille, cette probabilité est plus importante avec l'IBODE (statut identique) qu'avec le chirurgien (statut plus élevé). Cet écart avec l'effet attendu vient sans doute du choix de la situation représentée. En effet, si le port de bijoux est interdit au bloc opératoire, on observe divers degrés de tolérance pour les boucles d'oreille, selon leur taille et selon l'endroit ou l'équipe chirurgicale. Cette situation, qui peut être assez fréquente selon les services ne suscite donc pas le même niveau de signalement.

Par ailleurs, les résultats confirment notre seconde hypothèse en montrant un niveau d'embarras plus élevé dans les interactions avec le chirurgien (statut plus élevé), qu'avec la circulante (statut identique). Il y a donc bien un effet du statut sur l'embarras à signaler une erreur. Ceci se vérifie également dans le soin apporté aux formulations utilisées par les élèves dans les réponses à la question ouverte, qui sont plus formelles et personnalisées avec le chirurgien. Les élèves justifient principalement leurs interventions par leur positionnement professionnel et dans une moindre proportion, par leur responsabilité vis à vis du patient. Les

stratégies qu'elles·ils utilisent confirment également leur embarras quand elles·ils s'adressent au chirurgien. Enfin, l'acceptabilité du scénario est bonne, malgré une efficacité perçue un peu moyenne qui s'explique par l'apport théorique sur la communication ouverte en fin de séance, après avoir reçu les questionnaires d'évaluation.

Cependant, nos résultats sont issus d'un nombre assez limité de participant·es par ailleurs élèves dans le même institut de formation. Dans ce contexte, leurs réponses sont soumises à une certaine désirabilité sociale. Le décalage entre les cinq élèves qui déclarent ne pas signaler l'erreur et les dix qui justifient ce comportement dans leur self-débriefing illustre bien ce phénomène. Il serait donc intéressant d'étendre notre échantillon à d'autres élèves, dans d'autres écoles, mais également à des IBODE en exercice. De plus, notre choix de représenter une IBODE et un chirurgien dans les vignettes, conformément aux stéréotypes de genre, peut induire des biais dans les réponses. Il serait intéressant d'inclure des vignettes présentant un IBODE et une chirurgienne pour vérifier la consistance de nos résultats. De futures études pourront tester le scénario auprès d'internes en chirurgie ou s'intéresser au self-débriefing en l'intégrant dans l'environnement en RV.

2. Article 4 – « Doctor, please »: Training speaking up with virtual reality

INTRODUCTION

Speaking up is the explicit voicing of concerns by healthcare professionals about risky or deficient actions of others in order to improve quality and safety of care. Speaking up behaviours include for example report an asepsis error or non-compliance with safety rules (Okuyama, Wagner, & Bijnen, 2014). It is a very important non-technical skill for teamwork, especially for surgical teams (Kolbe et al., 2012). In the operating room (OR), 43% of incidents are related to communication breakdowns among personnel, and 23% of them are related to the reluctance to share critical concerns or information (Gawande, Zinner, Studdert, & Brennan, 2003; Rabol et al., 2011). Furthermore, information exchanged in the OR may also be inaccurate or incomplete, and shared with the wrong person or at the wrong time (Sutcliffe, Lewton, & Rosenthal, 2004).

According to Okuyama's model (2014), speaking up is motivated by patient safety. It is modulated by the perceived risks for the patient and the ambiguity of the situation (level of uncertainty). It is also influenced by contextual (e.g. hospital policy, interdisciplinary policy-making, team relationships, attitude of leaders) and individual factors (e.g. satisfaction with the job, responsibility towards patients, roles as professionals, confidence and previous experiences, communication skills, educational background). Other factors also interact, such as the balance between feelings of perceived safety *versus* costs (e.g. fear of the responses of others / conflict, concerns of appearing incompetent) and by the balance between perceived efficacy *versus* futility (e.g. lack of change, personal control and impact). Healthcare professionals may then choose to keep silent, but when they speak up, they express themselves using tactics (e.g. collect facts, show positive intent, select person) to overcome those barriers. Hierarchical differences, conflicting roles, concerns with upward influence, interpersonal

power, interpersonal conflict, and organisational culture can explain communication failures and are the most frequent observed barriers to challenge authority in the OR. In order to make health professionals aware of the risks of remaining silent in the OR and to encourage them to communicate openly with their colleagues, education and training courses are being developed in different forms (Pattni et al., 2019; Sutcliffe et al., 2004). For example, simulation sessions to train nurses to speak up have already been implemented with mannequins (Kolbe et al., 2012) and virtual humans (Robb et al., 2015), but very few use virtual reality (VR) simulators (Bracq, Michinov, & Jannin, 2019).

VR simulators to train healthcare professionals on non-technical skills have been developed during the last decade. They are easy to set up, and allow the replication of standardised simulation sessions (Bracq et al., 2019). We created a VR-based scenario to train scrub nursing students to speak up in various occasions and with people of various professional status, and analyse their attitudes as well as their strategies. We used the classical paradigm of confrontation with clinical vignettes and, for each one, addressed three questions about the likelihood to speak up, the level of discomfort with speaking up, and the strategies used (Schwappach, 2018). To understand students' motivations and subjacent processes, we used self-debriefing, which has proved efficient for non-technical skills training (Boet et al., 2011). It is defined as *“an individual, written activity in which a series of questions (designed based on a theoretical debriefing framework) facilitate learners' reflection on a simulation”* (Lapum et al., 2018, p. 1). This allows participants to express themselves at their own pace, free from the social pressure that can be felt during collective debriefings, and feel psychological safety (Levett-Jones & Lapkin, 2014; Roussin, Larraz, Jamieson, & Maestre, 2018).

Objective and hypotheses

The objective of this study was to assess scrub nursing students' speaking up in various occasions and with people of different professional status, and analyse their attitudes and strategies. We expected an effect of status on the likelihood for participants to speak up to their scrub nurse colleague or to the surgeon, and on their feeling of discomfort.

- H1: The likelihood of reporting an error is higher when the interlocutor has the same professional status. Speaking up is more important with the nurse (equal professional status) than with the surgeon (higher professional status).

- H2: The discomfort in reporting the error is greater when the interlocutor has a higher professional status. Discomfort is greater when addressing the surgeon rather than the nurse.

METHOD

Participants

Thirty-three voluntary students (28 women and 5 men, mean age = 34) from two classes (first and second year) in a French scrub nursing school were invited to take part in our study.

The study was approved by the Ethics Committee of the local University Hospital. Participants provided their informed consent for the study.

VR simulator and scenario

We used individual tablets to run the scenario (see Figure 1).



Figure 1 - Photo of the VR environment on tablet

It represents a virtual OR created with Unity and includes 4 random clinical vignettes with problematic behaviour of a colleague with the same status or different status (see Appendix 1). NURSE 1: The circulating nurse wears earrings; NURSE 2: The circulating nurse gets too close to the instrumentation table; SURGEON 1: The surgeon does not wear his mask properly; SURGEON 2: A surgeon from another OR and with a dirty gown, enters the OR to see his colleague and gets too close to the sterile field.

For each vignette, participants were asked if they would report the error (Likelihood of speaking up), how embarrassed they would be to do so (Discomfort), and how they would do it (Strategies for speaking up).

Procedure

Both simulation sessions took place at the scrub nursing school, on the 13th of June 2019 and on the 24th of October 2019. They were run simultaneously for each group, with each participant on their individual tablets, and lasted for about one hour and a half.

Briefing

A short briefing presented the scenario that exposed participants to 4 situations of communication with their colleagues in a virtual OR. They were asked to project themselves into the interactions with these colleagues, answer on their tablets by clicking on the Likert scales, and explain what they would say by entering their answers using the tablets' keyboards.

Debriefing

Debriefing followed the simulation session. Self-debriefings were hand-written on individual anonymous paper. They were structured according to the 3D model: Defusing, Deepening and Discovering (Zigmont, Kappus, & Sudikoff, 2011). Participants were asked to express themselves on their feelings and reactions after the simulation (Defusing phase). For each vignette, they were asked to argue and explain their decision to speak up or not (Discovering phase). Finally, participants were asked if they would speak up if they encountered similar situations and what they had learnt for their future clinical practice

(Deepening phase). After the debriefing, an educational sheet on speaking up was presented and distributed to each participant (see Appendix 2).

Measures

For each of the 4 vignettes, participants were asked a question about their likelihood of speaking up, discomfort, and strategies for speaking up. Answers given to the 3 questions asked for each situation were retrieved from participants' logs.

- **Likelihood of speaking up:** The first question concerned the intention of speaking up: “*Do you report it (with words or gestures) to the circulating nurse/surgeon?*” Participants rated each scenario using a 7-point Likert-type response scale ranging from 1 (*very unlikely*) to 7 (*very likely*).

- **Discomfort:** The second question asked for the discomfort with speaking up: “*Do you feel embarrassed to report it to the circulating nurse/surgeon?*” Participants rated each scenario using a 7-point Likert-type ranging from 1 (*not embarrassed at all*) to 7 (*very embarrassed*).

- **Strategies for speaking up:** The third question concerned the strategies for speaking up: “*If you report it, how do you do it?*” To answer this open-ended question, participants were invited to write down their answer in full thanks to the touchscreen keyboard. Answers to this question were retrieved and coded to identify their characteristics, using thematic analysis (Landgren, Alawadi, Douma, Thomas, & Etchegaray, 2016). Identified categories were the nature of the sentences (i.e. question only, statement only, question and statement or no intervention), their verbal or nonverbal components (i.e. words only, actions only, words and actions), phrasing (i.e. polite formula, personalization, informal or formal tone) and explicit elements of content (i.e. humour, alert, advice or suggestion and reminder of rules).

A sample of 60 % of participants' answers to the open question were double coded by first and third authors. Inter-rater reliability was strong or almost perfect (Cohen $k_{\text{NURSE1}} = 0.92$, Cohen $k_{\text{NURSE2}} = 0.75$, Cohen $k_{\text{SURGEON1}} = 0.85$, Cohen $k_{\text{SURGEON2}} = 0.85$).

Self-debriefing

Self-debriefing's open-ended questions asked to participants were the following: (1) "For each situation, give the reasons why you chose to speak up or why you preferred not to? I spoke up because... I preferred not to because..."; (2) "If you happened to meet similar situations in your work, what would you do?"; (3) "What can this simulation scenario help you improve in your communication with team members in the OR?"

Answers to the first question of the self-debriefings were coded following an adaptation of Okuyama's model of speaking up (Okuyama et al., 2014). Identified speaking up factors from this model were the following: general factor (team relationship), individual factors (responsibility towards patients and one's role as professional), perceived safety vs. costs (fear of the responses of others/conflicts), perceived efficacy vs. futility (personal control and impact), and strategies used when voicing were to show positive intent and select one's interlocutor. Other strategies were also identified from participants' answers and were added for coding: choice to use nonverbal communication, or no communication at all, decision to report one's intervention for a later and discreet resolution, find excuses for the situation or underestimate its risks, transfer the responsibility of the situation or of speaking up to others, and deliberately use humour.

A sample of 60 % of participants' answers to the first question of the self-debriefings were double coded by first and third authors. Inter-rater reliability was moderate or strong (Cohen $k_{\text{NURSE1}} = 0.58$, Cohen $k_{\text{NURSE2}} = 0.75$, Cohen $k_{\text{SURGEON1}} = 0.80$, Cohen $k_{\text{SURGEON2}} = 0.80$).

Satisfaction post-simulation

Participants were asked to assess their perception of the scenario with 8 items rated on a 7-point Likert scale ranging from 1 (*totally disagree*) to 7 (*totally agree*) and gathered in 5 dimensions: ease of use (2 items), immersion (2 items), efficiency (2 items), global satisfaction (1 item) and behavioural intention (1 item). They also assessed their emotional state by choosing an emoji on a 5-point emotional Likert scale.

Statistical analysis

Statistical analysis was performed with Jamovi (The jamovi project, 2019). Descriptive statistics were computed, such as mean, maximum and minimum values, and standard deviations. Because of the small sample, comparisons were measured with non-parametric Friedman tests and Wilcoxon paired samples T-tests for post-hoc paired comparisons. P values < .05 were considered significant.

RESULTS

Participants' answers to the likelihood of speaking up and discomfort for each vignette were compared with non-parametric Mann-Whitney tests to check any differences between 1st and 2nd year students. Differences were not statistically significant; all our participants' answers were aggregated.

1. The effect of status on the likelihood of speaking up

As we can see in Table 1 and Figure 2, the results showed that the mean scores of likelihood of speaking up differ significantly according to the clinical situation, $F(4,3) = 21.80, p = .001$. Post-hoc paired contrasts (Wilcoxon paired samples T-test) revealed that the mean scores of likelihood of speaking up for both nurses were significantly different from each other ($U_{\text{NURSE1-NURSE2}}=0.00, p < .001$), as well as from those to both surgeons ($U_{\text{NURSE1-SURGEON1}}=20.50, p = .008$; $U_{\text{NURSE1-SURGEON2}}=169.50, p = .001$; $U_{\text{NURSE2-SURGEON1}}=50.00, p = .024$; $U_{\text{NURSE2-SURGEON2}}=184, p = .003$; $U_{\text{NURSE2-SURGEON3}}=44.00, p = .007$), except for the first and fourth vignette ($U_{\text{NURSE1-SURGEON4}}=42.50, p = .063$). Moreover, there was no significant difference for the likelihood of speaking up with both surgeons ($U_{\text{SURGEON1-SURGEON2}}=83.50, p = .183$).

Table 1. Mean scores (and standard deviations) of likelihood of speaking up and discomfort for each clinical situation

Clinical situation	Likelihood of speaking up	Discomfort
Nurse 1	5.15 (2.12) ^a	2.48 (1.80) ^a
Nurse 2	6.79 (0.60) ^b	2.06 (1.68) ^a
Surgeon 1	6.27 (1.23) ^c	3.42 (2.24) ^b
Surgeon 2	5.88 (1.56) ^c	3.45 (2.12) ^b

Note. Means of the same column sharing a common subscript are not significantly different.

Nurse 1=Earrings; Nurse 2=Table; Surgeon 1=Mask; Surgeon 2=Sterile field

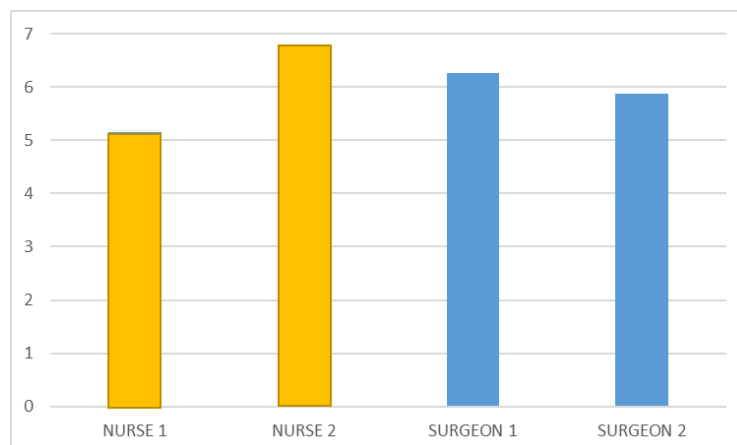


Figure 2 - Mean scores of likelihood of speaking up for each clinical situation

H1 was partially verified. The likelihood of speaking up is higher for the Nurse 2 (interlocutor with the same status) than for the both surgeons (interlocutors with higher status). However, contrary to our expectation the likelihood of speaking up for the Nurse 1 (interlocutor with the same status) is significantly lower than for the others. For our participants, likelihood of speaking up varies according to the clinical situation more than according to status, with a limit for the first clinical situation (Nurse 1).

2. The effect of status on discomfort

As we can see in Table 1 and Figure 3, the results of non-parametric Friedman tests showed that the mean scores of discomfort differ significantly according to the clinical situation, $F(4,3)=14.40, p =.002$. Post-hoc paired contrasts revealed that the means scores of discomfort were significantly different between nurses and surgeons ($U_{NURSE1-SURGEON1}=69.00, p =.019$; $U_{NURSE1-SURGEON2}=84.50, p =.036$; $U_{NURSE2-SURGEON1}=50.00, p =.008$; $U_{NURSE2-SURGEON2}=30.00, p =.003$). Moreover, mean scores of discomfort were not significantly different between both nurses ($U_{NURSE1-NURSE2}=147.00, p =.117$) and between both surgeons ($U_{SURGEON1-SURGEON2}=100.00, p =.854$). Results for both nurses and both surgeons were aggregated (see Table 2) and compared, showing significant difference ($U_{NURSE-SURGEON}=57.00, p =.002$).

Table 2. Mean scores (and standard deviations) of discomfort with the nurse and with the surgeon

Scrub-nursing students (n=33)	
	Mean value (SD)
NURSES	2.27 (1.45)
SURGEONS	3.44 (1.97)

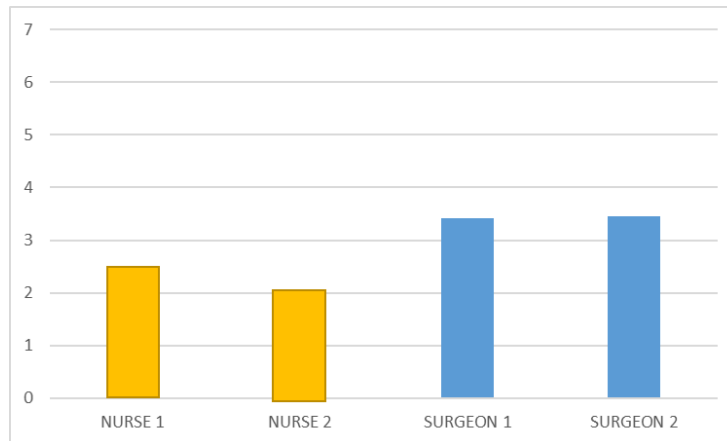


Figure 3- Mean scores of discomfort for each clinical situation

H2 was verified. For our participants, discomfort in speaking up and reporting an error was greater with an interlocutor of higher professional status.

3. Strategies for speaking up

The strategies used by participants when they spoke up are presented in Table 3. Students expressed themselves using mainly statements (75.76%), sometimes questions (16.67%), and more rarely, a statement followed by a question (3.03%). Five participants gave no answer (3.79%). Interventions were mostly verbal only (79.55%), sometimes included words and actions (15.15%), and were rarely nonverbal (1.52%).

As regards their contents, participants' interventions included reminder of rules (55.30%), sometimes a suggestion or advice (28.03%), or a warning (23.48%), and more rarely, humour (5.30%).

For all these elements, except for the warning which was addressed to the nurse twice more often, there were no obvious differences according to the status of the interlocutor. However, differences between interlocutors are observed in the phrasing: statements to the surgeon are formal (72.73%)⁹ and personalized (36.36%) but informal (66.67%) and almost never

⁹ For reasons of consistency in their presentation and to make them easier to read, results are presented in percentage even when considering nurses or surgeons separately.

personalized (4.55%) for the nurse. Polite formulas were sometimes used (26.52%), slightly more often with the surgeon (30.30%) than with the nurse (22.73%).

Table 3. Strategies for speaking up

Categories	Elements	NURSE		SURGEON		TOTAL	
		/66	%	/66	%	/132	%
Nature of sentence	Question	11	16.67	11	16.67	22	16.67
	Statement	51	77.27	49	74.24	100	75.76
	Statement and question	2	3.03	2	3.03	4	3.03
	No intervention	2	3.03	3	4.55	5	3.79
Verbal and non-verbal	Words	51	77.27	54	81.82	105	79.55
	Actions	0	0	2	3.03	2	1.52
	Words and actions	12	18.18	8	12.12	20	15.15
Phrasing	Polite formula (e.g. please, excuse-me)	15	22.73	20	30.30	35	26.52
	Personalization (e.g. first name, last name, Doctor)	3	4.55	24	36.36	27	20.45
	Informal	44	66.67	0	0	44	33.33
	Formal	0	0	48	72.73	48	36.36
Content	Humour	3	4.55	4	6.06	7	5.30
	Alert (e.g. Caution, Attention, Be careful)	20	30.30	11	16.67	31	23.48
	Advice or suggestion	15	22.73	22	33.33	37	28.03
	Remind rules	39	59.09	34	51.52	73	55.30

4. Content analysis of self-debriefing

Analyses of self-debriefing responses according to an adaptation of Okuyama's model are presented in Table 4. Among the factors that encouraged them to speak up, participants were more aware of individual factors, with their roles as professionals (88.64%), and their responsibility towards the patient (25.00%). They mentioned to a lesser extent contextual factors such as team relationship (5.30%). Their perceived obstacles to speak up were its cost with the fear of the responses of others or conflict (8.33%) and one participant mentioned the lack of personal control and impact (0.76%). Fear of conflict is more prominent with the surgeon (13.64%) than with the nurse (3.03%) and lack of impact and personal control is only mentioned with the surgeon (1.52%). Participants mentioned using different strategies: positive intent (4.55%) and selection of the interlocutor (3.03%).

Participants also gave strategies that were not mentioned in Okuyama's model: underestimation of the situation or excuses to explain the behaviour (11.36%), transfer of responsibility to others (8.33%), silence (7.58%), humour (1.52%), nonverbal communication (0.76%), and later and discreet resolution (0.76%).

Most of these strategies were more frequent with the surgeon than with the nurse: find excuses and underestimate the situation (15.15% with the surgeon, 7.58% with the nurse), transfer of responsibility to others (13.64% with the surgeon, 3.03% with the nurse), keep silent (10.61% with the surgeon, 4.55% with the nurse), humour, later and discreet resolution, and nonverbal communication were only used with the surgeon.

Table 4. Self-debriefings: speaking up factors adapted from Okuyama's model (2014)

Categories		Elements	NURSE		SURGEON		TOTAL	
			/66	%	/66	%	/132	%
General factors	contextual	Team relationship	5	5.58	2	3.03	7	5.30
		Individual factors	Responsibility towards patients	16	24.24	17	25.76	33
		Role as professional	59	89.39	58	87.88	117	88.64
Perceived costs	safety vs costs	Fear of the responses of others/conflicts	2	3.03	9	13.64	11	8.33
Perceived futility	efficacy vs futility	Personal control and impact	0	0	1	1.52	1	0.76
Voice: tactics, targets	message,	Show positive intent	2	3.03	4	6.06	6	4.55
		Select person	0	0	4	6.06	4	3.03
Other strategies		Nonverbal communication	0	0	1	1.52	1	0.76
		No communication	3	4.55	7	10.61	10	7.58
		Later and discreet resolution	0	0	1	1.52	1	0.76
		Find excuses, underestimate	5	7.58	10	15.15	15	11.36
		Transfer responsibility to others	2	3.03	9	13.64	11	8.33
		Humour	0	0	2	3.03	2	1.52

5. Satisfaction and acceptability of the simulation

At the end of the session, participants' emotional state was rather good (see Table 5). They found the tablet scenario easy to use. They also declared being immersed in the scenario, and appreciated the graphics. They were more reserved about its contribution for training. However, acceptability predicted by the intention of use was good.

Table 5. Assessment of participants' reactions and acceptability of the scenario

Dimensions	Mean (SD)	Min	Max
Emotion	4.18 (0.73)	2.00	5.00
Ease of use	4.68 (0.39)	4.00	5.00
Immersion	4.47 (0.58)	3.00	5.00
Efficiency	3.18 (0.76)	1.50	4.50
Satisfaction	4.39 (0.79)	2.00	5.00
Behavioral Intention	3.97 (1.00)	1.00	5.00

DISCUSSION

The objective of this study was to assess scrub nursing students' speaking up behaviour in various occasions and with people of different professional status, and analyse their attitudes and strategies, through a VR scenario on tablets.

First, the results partially confirm our first hypothesis concerning the effect of status on the likelihood to speak up. Except for the first vignette where the nurse wears earrings, likelihood to speak up is higher with the nurse than with the surgeon, as expected. This difference between both vignettes involving a nurse may be due to our choice of clinical situation. Even though wearing jewels is forbidden in the OR, there are varying degrees of

tolerance among regions, hospitals, and teams as to the possibility of wearing earrings depending on their size. This situation of non-compliance with universal standard precautions in the OR, which can be quite frequent, does not trigger as much speaking up as could have been expected (Michinov et al., 2016). Finding a less controversial clinical situation involving the nurse would have to be implemented as part of the development of our scenario.

In addition, the results confirm the second hypothesis by showing that participants were more embarrassed to report an error to the surgeon (higher status) than to the circulating nurse (equal status). There was an effect of status on participants' discomfort to speak up. This is also confirmed by the analysis of the formulations written by participants, when they were asked to describe how they would speak up. The use of formal tone and personalization shows the attention that participants paid in their formulation when addressing the surgeon. This is in conformity with the politeness strategies described in previous studies (Morrison, 2011).

Students explained their motivation to speak up by their role as professionals and their responsibility towards the patient. Their strategies when speaking up confirm their discomfort when addressing the surgeon: selection of the interlocutor, nonverbal communication, later and discreet resolution are only used in this case. The other strategies (i.e. non communication, underestimation and excuses, transfer of responsibility to others) are mentioned when addressing both surgeon and nurse, but are more often used with the surgeon.

Regarding the scenario, assessments show a good level of acceptability, immersion, and satisfaction. The average level of perceived efficiency can be explained by the fact that the theoretical contribution on speaking up was given to the students after their evaluation of the scenario.

Limitations and future studies

One of the main limits of this study is its limited number of participants, and the fact that they were all from the same school. It would be interesting to repeat this simulation session with other students from other schools to see if our results are confirmed.

Another limit is that participants' answers are declarative, and were given in the context of a nursing school. They are obviously subject to social desirability, which is in conformity with previous studies (Schwappach & Gehring, 2014). The fact that five students declared they would probably not report the error but that ten students mentioned reasons why they would not report it in their self-debriefings also confirms this phenomenon. It would be interesting to enlarge our population and include experimented scrub nurses to see if significant differences with students' answers can be observed. Previous studies have shown that speaking up training with real or virtual surgeons are of comparable difficulty for nurses (Robb et al., 2015). However, it would be interesting for future studies to measure any correlations with actual behaviour in the OR.

We stressed hierarchical differences in our study, but in healthcare, it is often doubled with gendered hierarchy (Etherington & Boet, 2018). In our vignettes, characters are represented according to social stereotypes: nurses are females and surgeons are males. Future studies could include gender differences, with female surgeons and male scrub nurses to analyse participants' reactions and the effect of gender on speaking up.

Conclusion

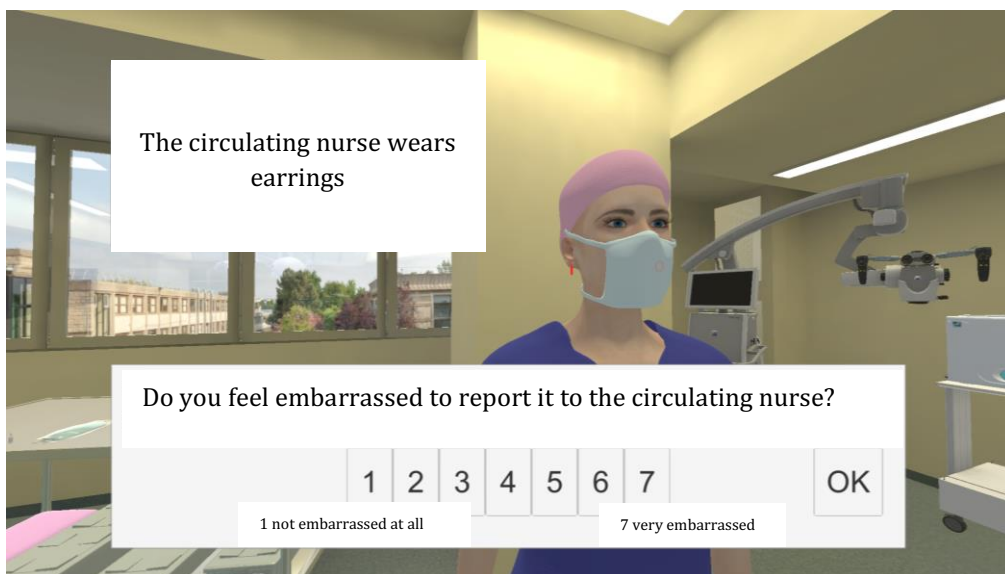
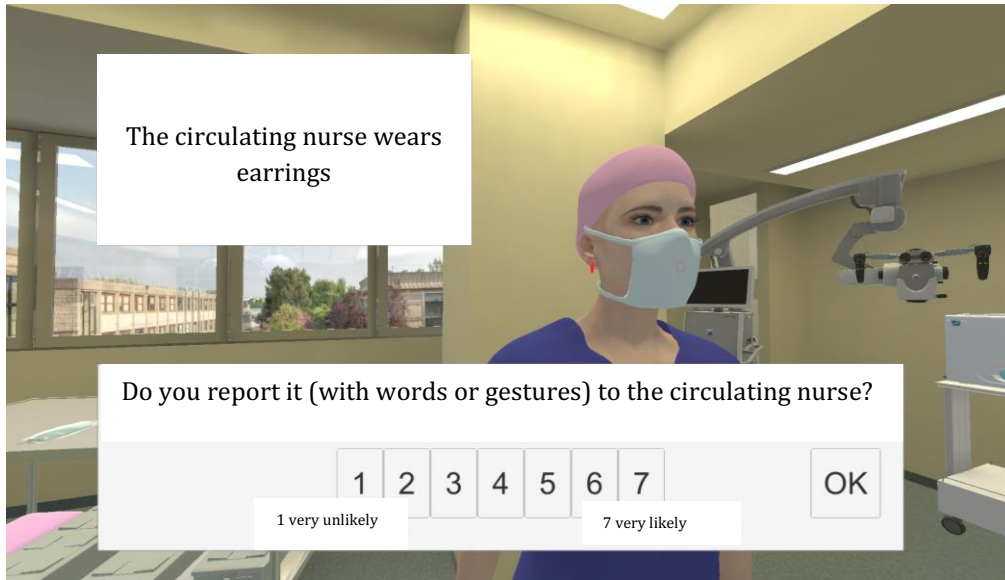
In this study, we analysed scrub nursing students' speaking up behaviour in various occasions and with people of different professional status (i.e. scrub nurse and surgeon), through a VR scenario on tablets. The results are that participants speak up according to their evaluation of the situation (nature and level of risk), and not only according to the status of the interlocutor. However, participants' discomfort in speaking up is higher with interlocutors of higher status. This is confirmed by their phrasing and strategies when addressing the surgeon. Results also show good acceptability of the simulation scenario and encourages future developments for simulation in nursing and other specialties. The scenario could be used to train surgical residents to speak up with senior surgeons and maybe become more aware of their listening skills as they climb the hierarchical stairs. Studies have shown a different evaluation of quality of communication from surgeons and nurses (Makary et al., 2006). Training future

surgeons to speak up may help cultivate a culture of open and safe communication in the OR (Pattni et al., 2019). The next step could also be the development of the scenario in an immersive virtual environment, to enhance immersion and allow more natural behaviour as well as oral interventions from participants. Future developments of the scenario could include self-debriefing in the simulation session, with a facilitator-led virtual debrief for example, and help contribute to the development of VR simulation debriefing standards (Verkuyl, Atack, et al., 2018; Verkuyl, Lapum, et al., 2018).

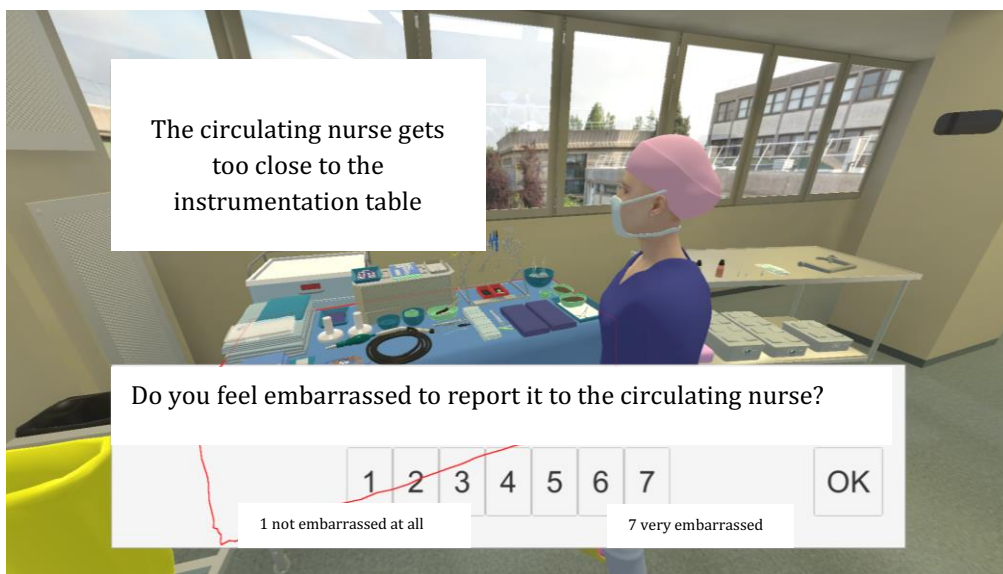
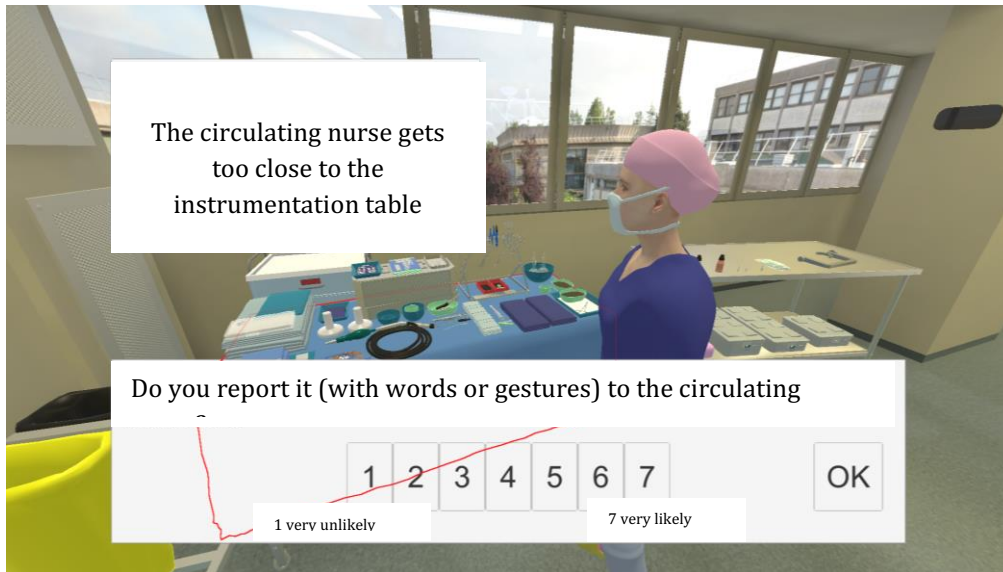
APPENDIX 1 :

**CLINICAL VIGNETTES WITH QUESTIONS ON LIKELIHOOD OF SPEAKING UP
AND DISCOMFORT**

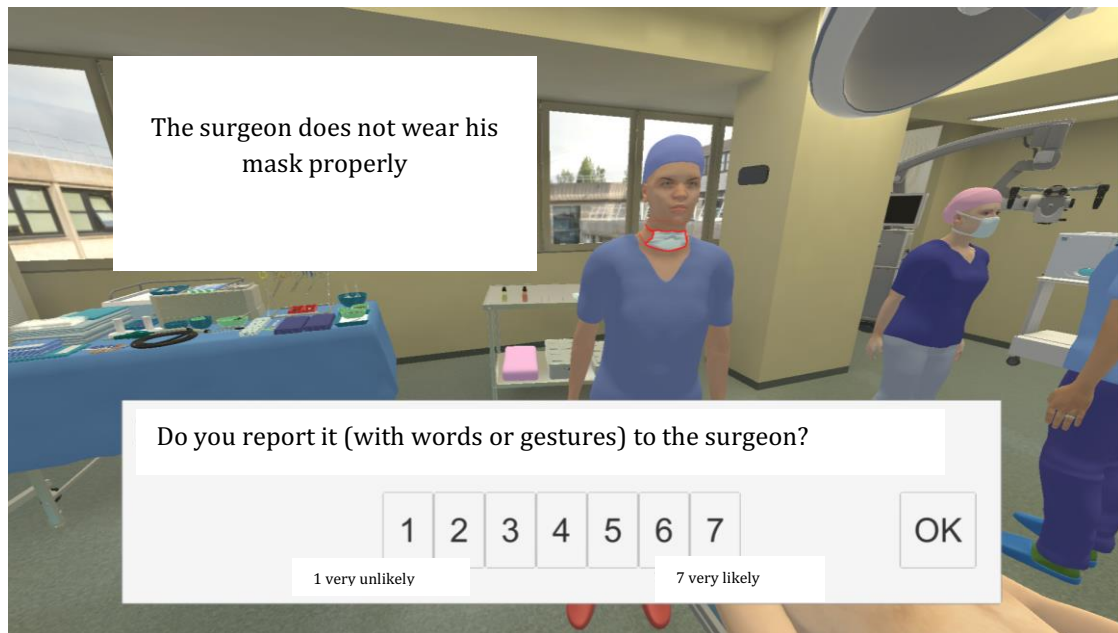
NURSE 1



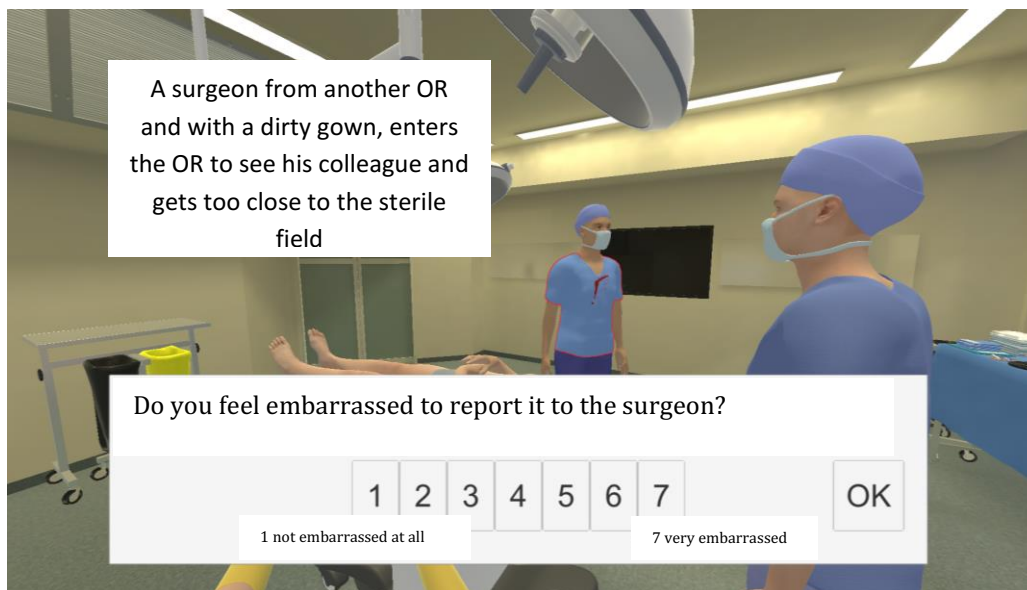
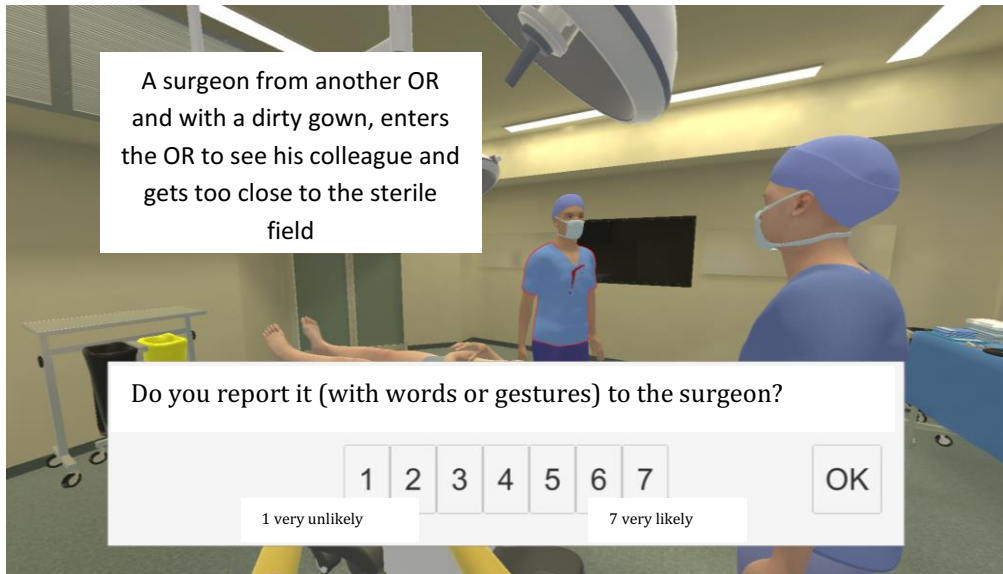
NURSE 2



SURGEON 1



SURGEON 2



APPENDIX 2 :

SPEAKING UP

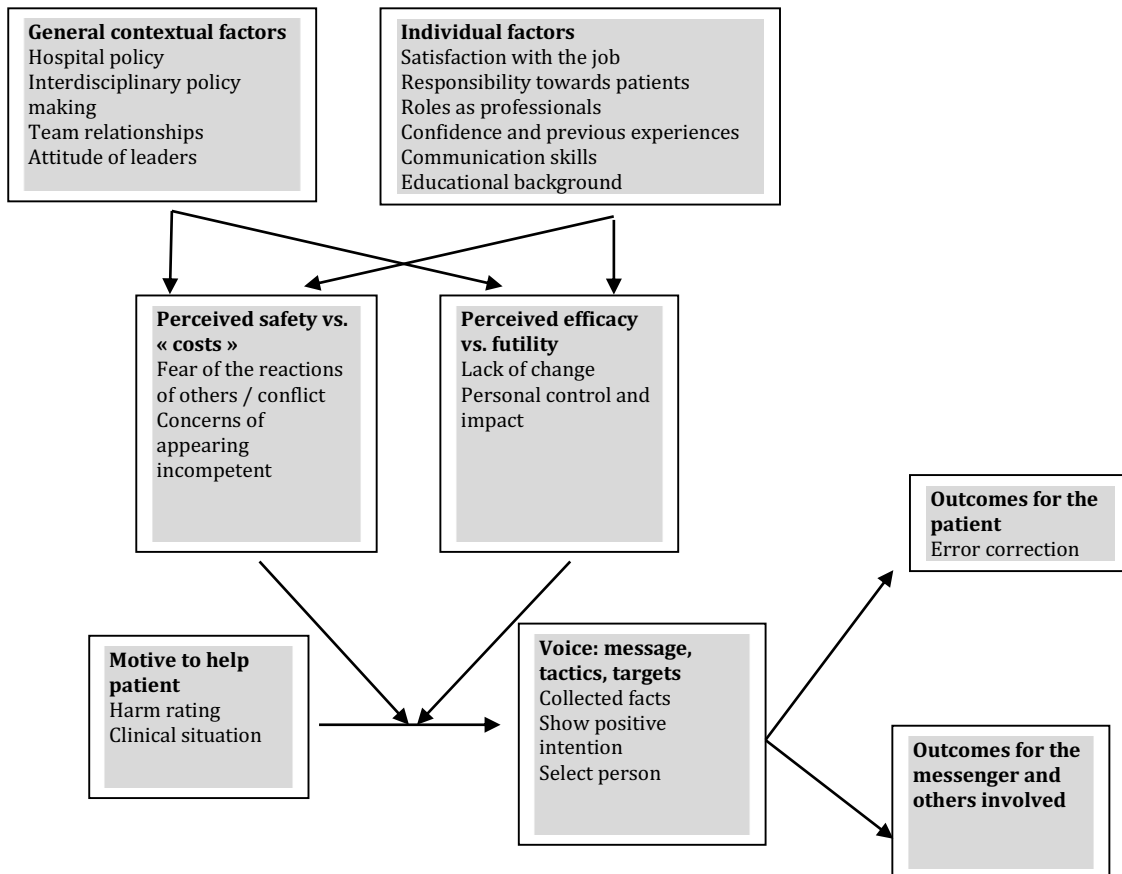
DEFINITION

- Explicit communication of critical information related to the task (opinions, doubts, suggestions...) in order to improve the quality and safety of care. E.g.: report an asepsis error.
- Ability to make oneself heard and to present one's point of view firmly and authoritatively.
- An important non-technical skill for teamwork.

WHY TRAIN ON THIS SKILL?

- 43% of incidents in the OR are related to communication breakdowns among personnel.
- 23% of incidents involving a communication gap are related to the reluctance to share concerns or critical information.
- Information exchanged in the OR may be inaccurate or incomplete, and shared with the wrong person or at the wrong time.

MODEL OF HEALTHCARE PROFESSIONALS' SPEAKING UP (OKYAMA ET AL., 2014)



- For healthcare professionals speaking up for is motivated by the desire to protect the patient and ensure safety of care. This motivation is modulated by the perceived risks to the patient and the ambiguity of the situation (uncertainty).
- Factors influencing speaking up are contextual (e.g. support from the hospital administration, safe team climate: valuing the role of each individual, encouraging questions) but also individual (e.g. positive past experiences, high sense of responsibility towards the patient, identification with the patient's professional role, communication skills and confidence in one's abilities).
- These factors interact on healthcare professionals' perception of safety or potential cost for themselves (e.g., apprehension of negative consequences: fear of repercussion on one's career, anticipation of team members' reactions, fear of appearing incompetent, fear of generating conflict) and on their perception of effectiveness (e.g. feeling of futility, feeling of being ignored or not having a word to say in the team).
- In light of all these factors, healthcare professionals may choose to express themselves orally or use strategies to overcome these perceived barriers (e.g. discreet and later resolution, call in a third party).

HOW CAN SPEAKING UP BE DEVELOPED?

BY TRAINING (SIMULATION)

Practise with communication tools, in team, identify effective message formulations and factors that allow one to speak up or not.

BY DOING WITH STRUCTURED COMMUNICATION TOOLS

- **SAED** by the HAS: I describe the situation, I indicate the context, I give my assessment and I formulate my request.
- From TeamSTEPPS
 - **CUS** (Concerned, Uncomfortable, Safety) examples of assertive statements: "I'm worried," "I'm uncomfortable," "it's a safety issue."
 - **DESC**: I Describe the situation, I Express my feelings, I Suggest an alternative, I Evaluate the Consequences on the objectives in order to reach consensus.
 - **TWO-CHALLENGE RULE**: after a first ineffective warning, a second assertive expression of concern. Either the target validates the reception of the message, or the problem remains unsolved: ask for help or ask the hierarchy for help.

A FEW RECOMMANDATIONS

- Speak in the first person
- Describe rather than judge
- Propose solutions and involve people
- In the presence of patients or family members, develop coded words or gestures.
- Don't get discouraged
- It's never too late

REFERENCES

- Agency for Healthcare Research and Quality. (2014). TeamSTEPPS Team Strategies & Tools to Enhance Performance and Patient Safety. Consulté à l'adresse <https://www.ahrq.gov/sites/default/files/publications/files/pocketguide.pdf>
- Haute Autorité de Santé. (2014). *SAED : un guide pour faciliter la communication entre professionnels de santé*. Consulté à l'adresse https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1776178/fr/saed-un-guide-pour-faciliter-la-communication-entre-professionnels-de-sante
- Okuyama, A., Wagner, C., & Bijnen, B. (2014). Speaking up for patient safety by hospital-based health care professionals: A literature review. *BMC Health Services Research*, 14(1), 61. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-14-61>

REFERENCES

- Boet, S., Bould, M. D., Bruppacher, H. R., Desjardins, F., Chandra, D. B., & Naik, V. N. (2011). Looking in the mirror : Self-debriefing versus instructor debriefing for simulated crises*: *Critical Care Medicine*, *39*(6), 1377-1381. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31820eb8be>
- Bracq, M.-S., Michinov, E., & Jannin, P. (2019). Virtual reality simulation in nontechnical skills training for healthcare professionals : A systematic review. *Simulation in Healthcare*, *14*(3), 188–194. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000347>
- Etherington, N., & Boet, S. (2018). Why gender matters in the operating room : Recommendations for a research agenda. *British Journal of Anaesthesia*, *121*(5), 997-999. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2018.07.021>
- Gawande, A. A., Zinner, M. J., Studdert, D. M., & Brennan, T. A. (2003). Analysis of errors reported by surgeons at three teaching hospitals. *Surgery*, *133*(6), 614-621. <https://doi.org/10.1067/msy.2003.169>
- Kolbe, M., Burtscher, M. J., Wacker, J., Grande, B., Nohynkova, R., Manser, T., ... Grote, G. (2012). Speaking up is related to better team performance in simulated anesthesia inductions : An observational study. *Anesthesia & Analgesia*, *115*(5), 1099–1108.
- Landgren, R., Alawadi, Z., Douma, C., Thomas, E. J., & Etchegaray, J. (2016). Barriers of Pediatric Residents to Speaking Up About Patient Safety. *Hospital Pediatrics*, *6*(12), 738-743. <https://doi.org/10.1542/hpeds.2016-0042>
- Lapum, J. L., Verkuyl, M., Hughes, M., Romaniuk, D., McCulloch, T., & Mastrilli, P. (2018). Self-Debriefing in Virtual Simulation : *Nurse Educator*, *1*. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000000639>
- Levett-Jones, T., & Lapkin, S. (2014). A systematic review of the effectiveness of simulation debriefing in health professional education. *Nurse Education Today*, *34*(6), e58-e63. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2013.09.020>
- Makary, M. A., Sexton, J. B., Freischlag, J. A., Holzmueller, C. G., Millman, E. A., Rowen, L., & Pronovost, P. J. (2006). Operating Room Teamwork among Physicians and Nurses :

- Teamwork in the Eye of the Beholder. *Journal of the American College of Surgeons*, 202(5), 746-752. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2006.01.017>
- Michinov, E., Buffet-Bataillon, S., Chudy, C., Constant, A., Merle, V., & Astagneau, P. (2016). Sociocognitive determinants of self-reported compliance with standard precautions : Development and preliminary testing of a questionnaire with French health care workers. *American Journal of Infection Control*, 44(1), 14-19. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.07.041>
- Morrison, E. W. (2011). Employee Voice Behavior : Integration and Directions for Future Research. *The Academy of Management Annals*, 5(1), 373-412. <https://doi.org/10.1080/19416520.2011.574506>
- Okuyama, A., Wagner, C., & Bijnen, B. (2014). Speaking up for patient safety by hospital-based health care professionals : A literature review. *BMC Health Services Research*, 14(1), 61. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-14-61>
- Pattni, N., Arzola, C., Malavade, A., Varmani, S., Krimus, L., & Friedman, Z. (2019). Challenging authority and speaking up in the operating room environment : A narrative synthesis. *British Journal of Anaesthesia*, 122(2), 233-244. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2018.10.056>
- Rabol, L. I., Andersen, M. L., Ostergaard, D., Bjorn, B., Lilja, B., & Mogensen, T. (2011). Descriptions of verbal communication errors between staff. An analysis of 84 root cause analysis-reports from Danish hospitals. *BMJ Quality & Safety*, 20(3), 268-274. <https://doi.org/10.1136/bmjqs.2010.040238>
- Robb, A., White, C., Cordar, A., Wendling, A., Lampotang, S., & Lok, B. (2015). A comparison of speaking up behavior during conflict with real and virtual humans. *Computers in Human Behavior*, 52, 12-21. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.043>
- Roussin, C. J., Larraz, E., Jamieson, K., & Maestre, J. M. (2018). Psychological Safety, Self-Efficacy, and Speaking Up in Interprofessional Health Care Simulation. *Clinical Simulation in Nursing*, 17, 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2017.12.002>

- Schwappach, D. (2018). Speaking up about hand hygiene failures : A vignette survey study among healthcare professionals. *American Journal of Infection Control*, 46(8), 870-875. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.02.026>
- Schwappach, D. L. B., & Gehring, K. (2014). ‘Saying it without words’ : A qualitative study of oncology staff’s experiences with speaking up about safety concerns. *BMJ Open*, 4(5), e004740. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-004740>
- Sutcliffe, K. M., Lewton, E., & Rosenthal, M. M. (2004). Communication Failures : An Insidious Contributor to Medical Mishaps: *Academic Medicine*, 79(2), 186-194. <https://doi.org/10.1097/00001888-200402000-00019>
- The jamovi project. (2019). *Jamovi (Version 0.9)[Computer Software]*. Consulté à l’adresse <https://www.jamovi.org>
- Verkuyl, M., Attack, L., McCulloch, T., Liu, L., Betts, L., Lapum, J. L., ... Romaniuk, D. (2018). Comparison of Debriefing Methods after a Virtual Simulation : An Experiment. *Clinical Simulation in Nursing*, 19, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2018.03.002>
- Verkuyl, M., Lapum, J. L., Hughes, M., McCulloch, T., Liu, L., Mastrilli, P., ... Betts, L. (2018). Virtual Gaming Simulation : Exploring Self-Debriefing, Virtual Debriefing, and In-person Debriefing. *Clinical Simulation in Nursing*, 20, 7-14. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2018.04.006>
- Zigmont, J. J., Kappus, L. J., & Sudikoff, S. N. (2011). The 3D Model of Debriefing : Defusing, Discovering, and Deepening. *Seminars in Perinatology*, 35(2), 52-58. <https://doi.org/10.1053/j.semperi.2011.01.003>

Pour conclure ce chapitre, nous avons testé et évalué un scénario spécifique visant le développement de la communication ouverte, CNT sociale ou interpersonnelle. Comme nous l'avons mentionné précédemment, cette dernière demande une part d'assertivité et est souvent mise en jeu au bloc opératoire, en particulier quand il s'agit de signaler une erreur ou un comportement à un·e membre de l'équipe qui ne respecte pas les règles d'hygiène.

Notre objectif dans cette étude était d'évaluer la probabilité de communiquer une erreur, l'embarras éventuellement ressenti et d'analyser les stratégies employées, face à des interlocuteur·rices de différents niveaux hiérarchiques. Nos hypothèses étaient les suivantes : 1) la probabilité de signaler une erreur est plus importante pour un·e interlocuteur·rice de même statut (IBODE), 2) l'embarras ressenti est plus fort vis-à-vis d'un·e interlocuteur·rice de statut plus élevé (chirurgien·ne). Le scénario plaçait les participant·es face à quatre vignettes cliniques, deux impliquant une IBODE circulante et deux, un chirurgien.

A l'exception de la première vignette, les résultats confirment partiellement notre première hypothèse de l'effet du statut sur la probabilité de signaler une erreur. De plus, nos résultats montrent bien un effet du statut sur l'embarras à signaler une erreur, plus élevé avec le chirurgien (statut plus élevé), qu'avec la circulante (statut identique). Ceci se vérifie dans le soin apporté aux formulations utilisées par les élèves, plus formelles et personnalisées avec le chirurgien. Les élèves justifient principalement leurs interventions par leur positionnement professionnel et dans une moindre proportion, par leur responsabilité vis à vis de la·du patient·e. Les stratégies qu'elles·ils utilisent confirment également leur embarras quand elles·ils s'adressent au chirurgien. Toutefois, ces réponses sont soumises à une certaine désirabilité sociale, lié au contexte de l'Ecole, et notre choix de représenter une IBODE et un chirurgien dans les vignettes, conformément aux stéréotypes de genre, a pu induire des biais.

Enfin, l'acceptabilité du scénario est bonne, malgré une efficacité perçue un peu moyenne qui peut s'expliquer par l'apport théorique sur la communication ouverte en fin de séance, après avoir rempli les questionnaires d'évaluation.

CHAPITRE 7 – DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE

1. Synthèse des résultats de la thèse

1.1. Synthèse des éléments présentés dans la partie théorique

Cette thèse s'inscrit dans le cadre du projet « SunSet : Scrub Nurse Non Technical Skills Training System », projet pluridisciplinaire élaboré par un consortium de chercheurs·es issus·es de différents laboratoires ou services et présentant des compétences complémentaires. Il vise à développer des scénarios de simulation en RV pour permettre le développement et l'évaluation des CNT des IBODE. Notre contribution dans ce projet a été de fournir aux partenaires le choix des CNT à mettre en jeu, de définir les spécificités des scénarios de formation, et d'apporter une première preuve du concept sur une population ciblée. Dans ce contexte, la problématique à laquelle cette thèse se propose de contribuer est la suivante : Comment former les IBODE aux CNT par la simulation dans un environnement virtuel immersif ?

Dans la première partie de cette thèse, nous nous sommes intéressés au métier des IBODE, à leurs compétences spécifiques, et à la façon dont la simulation pouvait permettre le développement de ces dernières, en particulier par le recours à la RV.

Les IBODE sont des professionnel·les de santé spécialisé·es et majoritairement des femmes. Du fait de leur âge médian, des besoins importants des blocs opératoires en personnel qualifié, et du contexte des réorganisations hospitalières, ce métier est considéré comme étant en tension. Pour compenser cette difficulté, les services hospitaliers ont recours à des IDE faisant fonction d'IBO. La formation de ces dernier·es pose la question de la formation continue des professionnel·les de santé, question d'autant plus sensible que les IBODE doivent être

formées aux actes exclusifs d'ici la fin de l'année 2021. Par ailleurs, la formation initiale traverse une profonde mutation qui va entraîner une modification dans le profil des élèves et va nécessiter des formateurs qu'ils réajustent leurs pratiques.

En France, l'HAS et le Ministère de la Santé préconisent le recours à la simulation pour la formation des professionnel·les de santé et mettent l'accent sur le développement des CNT (Haute Autorité de Santé, 2019 ; Tesnière et al., 2018). Sur le plan international, les CNT des IBODE ont fait l'objet d'une taxonomie (*Scrub Practitioners' List of Intraoperative Non-Technical Skills (SPLINTS)*, 2010). Pourtant, l'étude préalable que nous avons menée auprès d'IBODE françaises en exercice montre qu'elles·ils n'y sont pas spécifiquement formé·es, alors même qu'elles·ils évoquent des difficultés quotidiennes liées à la communication, au travail en équipe, à l'anticipation et à la connaissance de l'environnement, et qu'elles demandent plus de préparation aux situations d'urgence ou dégradées (Chapitre 2).

Pour faire un état des lieux des pratiques existantes sur la formation aux CNT des professionnels de santé par la simulation en RV, nous avons mené une revue systématique de la littérature (Chapitre 3). Les articles analysés sur la période des dix dernières années sont principalement issus de la littérature anglo-saxonne. Toutefois, ceci nous a permis de montrer que la technologie est récente et que la plupart des études en sont pour l'instant à évaluer l'utilisabilité et l'acceptabilité de la simulation en RV (niveau 1 du modèle de Kirkpatrick) et ses effets sur le développement des CNT (niveau 2). Très peu d'entre elles mesurent le transfert de ces compétences au bloc opératoire (niveau 3) et aucune n'évalue l'impact sur la qualité des soins pour les patient·es (niveau 4). Les simulateurs de RV sur écran et les mondes virtuels, déjà utilisés respectivement pour le développement des compétences procédurales et dans l'univers du jeu, sont les systèmes les plus fréquemment utilisés. Les EV immersifs qui impliquent une conception et un développement spécifiques sont moins utilisés. Les CNT mises en œuvre dans les scénarios de formation présentés dans les études analysées sont principalement liées au travail d'équipe, à la communication et à la conscience de la situation, et sont peu étudiées isolément. Quant aux outils utilisés pour évaluer ces CNT, il s'agit souvent

de taxonomies dédiées, mais qui ne sont pas nécessairement spécifiques à la santé. Elles peuvent également être évaluées par d'autres échelles ou des questions ouvertes. Par ailleurs, si certains articles impliquent des infirmier·es, aucun d'entre eux ne vise spécifiquement la formation des IBODE.

Face à l'ensemble de ces constats et des besoins de formation identifiés, nous avons développé deux scénarios de simulation dédiés spécifiquement au développement des CNT des IBODE. L'un vise la conscience de la situation, compétence d'ordre cognitif, avec ses trois aspects : maintien de l'attention sur les éléments sensibles de l'environnement du bloc opératoire, compréhension du sens des indices et des informations perçus, et anticipation (Endsley, 1995). Le second vise une des compétences sociales, la communication, et plus précisément, la communication ouverte, définie comme la communication explicite d'informations critiques liées à une tâche afin d'améliorer la qualité et la sécurité des soins (Okuyama et al., 2014).

Auparavant, nous avons mesuré l'acceptabilité de l'EV développé dans le cadre du projet S3PM, qui nous a servi de cadre pour intégrer ces scénarios, en ayant recours aux modèles classiques d'acceptabilité des nouvelles technologies.

1.2.Synthèse des résultats présentés dans la partie empirique

1.2.1. Etude d'acceptabilité

Nous avons mis en place une étude d'acceptabilité à partir d'un scénario de formation procédurale, le scénario « Table d'instrumentation » (Chapitre 4). Il s'agit d'un extrait de préparation de table en vue d'une craniotomie, durant lequel les participant·es doivent préparer les instruments dans les packs selon l'ordre de la procédure. Etant donné que ce scénario de formation peut s'adresser à des novices comme à des plus avancé·es et à des personnes d'âges différents, nous avons choisi de faire tester l'EV et notre scénario à deux populations : des IBODE de neurochirurgie, plus expertes et en moyenne, plus âgées, et des étudiant·es, complètement novices en santé et en moyenne, plus jeunes. Conformément au modèle UTAUT

(Venkatesh et al., 2012), nous nous attendions à des réactions différentes selon le profil de nos participant·es, avec certaines réticences de la part des IBODE et une incompréhension des tâches à réaliser de la part des étudiant·es. Nos résultats montrent que malgré leurs différences d'âge, de genre et d'expertise, l'ensemble des participant·es de notre étude valident l'acceptabilité du simulateur et du scénario. Toutefois, ceci est conforme aux résultats d'autres études pour lesquelles ces variables socio-démographiques ne présentent pas d'effet sur l'acceptabilité d'une technologie (Marchewka & Kostiwa, 2007 ; Sumak, Polancic, & Hericko, 2010). Ainsi, l'ensemble de nos participant·es soulignent la facilité d'utilisation de l'EV ainsi que son côté immersif et réaliste et reconnaissent avoir eu du plaisir à participer à la simulation malgré un effort de concentration important et une certaine fatigue visuelle. Elles·Ils ont également exprimé l'intérêt d'un tel simulateur dans le cadre de l'apprentissage procédural et pour l'apprentissage professionnel. Le scénario et l'EV développés semblent donc pouvoir être utilisés auprès de nombreuses·x utilisateur·rices, sans restriction particulière, pour la formation initiale comme pour la formation continue. De plus, cette première étape a suscité beaucoup d'intérêt de la part des IBODE qui ont suggéré des améliorations et des pistes de scénario pour contribuer au développement de cet outil.

Ces résultats positifs nous ont encouragés dans le développement de l'EV avec des scénarios dédiés aux CNT. Toutefois, nous nous sommes assurés de l'acceptabilité de chacun de ces deux scénarios de simulation par les utilisateur·rices finales·ux (élèves IBO et IBODE en formation) et dans leur contexte d'utilisation (IFIBO), selon le principe de la clinique de l'usage (Bobillier Chaumon, 2016). Pour cela, nous avons systématiquement interrogé nos participant·es avec une dizaine d'items sur la facilité d'usage, l'immersion, l'efficacité, la satisfaction globale et l'intention d'usage pour les scénarios implémentés.

1.2.2. Scénario conscience de la situation

Le premier scénario que nous avons développé et testé vise la conscience de la situation, CNT d'ordre cognitive. Il s'agit du « Bloc virtuel des Erreurs » qui met également en jeu des connaissances sur l'hygiène et l'asepsie au bloc opératoire (Chapitre 5). Nos résultats montrent

que le groupe « Détection Elevée » a signalé plus d'erreurs pour les deux catégories de risque et a été plus rapide pour les erreurs présentant un niveau de risque élevé. Ce groupe a également effectué plus de déplacements à l'intérieur du bloc virtuel. Nos résultats montrent également un effet du statut des participant·es : Les Elèves ont détecté plus d'erreurs que les Expertes, en particulier, celles à niveau de risque modéré. Elles-ils ont également été plus rapides et plus mobiles dans le bloc virtuel que les Expertes. Par contre, ces dernières montrent un niveau de satisfaction supérieur.

Pour mesurer le niveau de conscience de la situation, nous avons utilisé la Situation Awareness Rating Technique (SART) (Taylor, 1990) qui nous semblait l'échelle la plus appropriée pour notre scénario. Toutefois, cette échelle n'est pas entièrement satisfaisante, en particulier ces deux premiers items, qui sont plus adaptés pour des situations dynamiques (cf. questionnaire en Annexe 11). Les autres modalités de mesure de la conscience de la situation comme la Freeze Technique ou la Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT, Endsley & Kiris, 1995) qui impliquent des situations très dynamiques comme celles que l'on peut rencontrer dans des simulations militaires ou de pilotage, par exemple, nous semblaient encore moins appropriées (Salmon, Stanton, Walker, & Green, 2006). Les niveaux de conscience de la situation mesurés chez nos participant·es sont cohérents : le groupe « Détection Elevée » présente un score moyen supérieur à celui du groupe « Détection Faible » et on mesure une corrélation positive significative entre le score de conscience de la situation et le nombre d'erreurs détectées pour l'ensemble de nos participant·es. Toutefois, lors de la deuxième session pour les élèves, nous avons constaté que leur score de conscience de la situation avait diminué de façon significative, alors que le nombre d'erreurs détectées avait augmenté. Ceci nous a amenés à conclure que lors de cette deuxième session, les élèves n'avaient pas eu recours aux mêmes stratégies d'exploration de l'environnement mais en avaient utilisé d'autres liées à l'apprentissage du simulateur et à l'expérience précédente. Pour les conforter, ces mesures et ces observations seraient à compléter avec des mesures d'eye-tracking, que les nouveaux casques de RV commencent à intégrer. Néanmoins, ceci suggère la

nécessité de faire varier le scénario avec un ajout significatif d'erreurs ou de situations problématiques si l'on veut proposer plusieurs passations dans un contexte de formation.

Par ailleurs, le niveau d'acceptabilité de ce scénario est bon, ce qui est confirmé par l'analyse des débriefings, même si ces derniers révèlent également le besoin de temps pour s'approprier l'environnement et se familiariser avec les interactions dans l'EV. Le débriefing a également été l'occasion pour les élèves de discuter de leur compréhension de la consigne, de l'environnement représenté, de la situation choisie, des éléments mis en scène, mais également de réfléchir sur leur confrontation à la nouveauté et sur leurs comportements, quand elles·ils ont réalisé que le patient n'avait pas été leur priorité.

Ce scénario, ainsi testé par des élèves et des IBODE en formation semble être un outil de formation approprié pour cette CNT, tant pour la formation initiale que pour la formation continue. Par ailleurs, le traitement graphique des données collectées lors de chaque passation permet de générer des supports individualisés originaux pour le débriefing. Ce tracé des trajectoires de chaque participant·e permet de bénéficier d'un support pour la réalisation d'un débriefing outillé individualisé, comme cela peut être le cas avec le visionnage d'une vidéo de session de simulation, par exemple (Levett-Jones & Lapkin, 2014). Il peut ainsi servir à la mise en oeuvre d'entretiens en autoconfrontation simple, lors desquels les participant·es sont amené·es à expliquer leur parcours, ou en autoconfrontation croisée, lors desquels un tiers exprime devant la personne concernée sa compréhension du parcours représenté (Clot et al., 2000). Ceci peut permettre aux formateur·rices d'avoir un accès indirect au raisonnement clinique de chaque élève ainsi qu'à son positionnement dans le bloc, et peut leur servir à personnaliser l'apport pédagogique pour chacun·e.

1.2.3. Scénario communication ouverte

Nous avons également développé un scénario visant le développement de la communication ouverte (Okuyama et al., 2014) (Chapitre 6). Cette CNT sociale ou interpersonnelle s'est imposée assez logiquement à la suite du scénario précédent. En effet, après avoir détecté une erreur ou un comportement qui transgresse les règles d'hygiène ou de sécurité, la question se

pose de savoir que faire de cette information, et comment la traiter. Le signaler à la personne concernée suppose un certain niveau de confiance en soi et d'assertivité, et ce d'autant plus que les interlocuteur·rices concerné·es se situent à différents niveaux hiérarchiques.

A l'exception de la première vignette qui met en scène une situation plus ou moins ambiguë selon les usages, les résultats confirment notre première hypothèse de l'effet du statut sur la probabilité de signaler une erreur : une erreur ou un comportement problématique est plus facilement signalé à la circulante (statut identique) qu'au chirurgien (statut plus élevé). De plus, nos résultats montrent bien un effet du statut sur l'embarras à signaler une erreur, plus élevé avec le chirurgien (statut plus élevé), qu'avec la circulante (statut identique). Ces résultats sont conformes avec ceux de nombreuses études qui pointent les différences hiérarchiques comme principal frein à la communication dans les équipes soignantes (Pattni et al., 2019 ; Schwappach, 2018 ; Schwappach & Gehring, 2014 ; Sutcliffe et al., 2004). Ceci se vérifie dans le soin apporté aux formulations utilisées par les élèves, plus formelles et personnalisées avec le chirurgien. Les élèves justifient principalement leurs interventions par leur positionnement professionnel et dans une moindre proportion, par leur responsabilité vis à vis de la·du patient·e. Les stratégies qu'elles·ils utilisent confirment également leur embarras quand elles·ils s'adressent au chirurgien. Ces observations sont conformes à celles de l'étude de Schwappach et Gehring (2014) qui montre que si l'ensemble des soignant·es interrogé·es se préoccupe de la façon de dire les choses, celles·ceux de statut inférieur déclarent avoir délibérément recours à des stratégies.

Toutefois, ces réponses sont soumises à une certaine désirabilité sociale, liée au contexte de l'Ecole, qui peut induire une tendance à répondre favorablement à l'intention de signaler un comportement déviant par rapport aux règles en vigueur au bloc opératoire. Pour limiter cet effet dont nous étions conscients, nous avons pris le soin de rester le plus neutres possible dans la formulation de la première question pour chaque vignette, en utilisant la formule « le signalez-vous » plutôt que « signalez-vous cette erreur ». Par ailleurs, nous avons choisi de représenter une IBODE et un chirurgien dans les vignettes, conformément aux proportions

d'hommes et de femmes dans chaque métier respectif. Ceci a pu induire des biais dans les réponses, avec un cumul des hiérarchies liées au genre et à la fonction (Héritier, 1996; Pouchelle, 2008b).

Enfin, l'acceptabilité de ce scénario est bonne, malgré une efficacité perçue un peu moyenne qui peut s'expliquer par l'apport théorique sur la communication ouverte en fin de séance, après avoir rempli les questionnaires d'évaluation.

Ainsi, nos travaux semblent présenter des résultats satisfaisants tant sur leurs objectifs de formation que sur leur degré d'acceptabilité. Ils rencontrent toutefois quelques limites qu'il nous semble nécessaire de détailler et de mettre en discussion.

2. Limites

Nos travaux ne sont pas exempts de défauts ni de limites qu'elles soient méthodologiques, liées à nos études, ou bien dues à la nature même de la formation par la simulation.

2.1. Limites méthodologiques

2.1.1. Nombre et caractéristiques des participants

Le nombre de participant·es requis·es pour la validité d'une étude d'acceptabilité n'a pas nécessairement besoin d'être important (Nielsen, 1993). Ainsi, pour nos études, leur nombre est tout à fait satisfaisant : 29 pour l'acceptabilité de l'EV, 23 pour le scénario du « Bloc virtuel des erreurs » et 33 pour le scénario communication ouverte. Néanmoins nos travaux n'avaient pas pour unique objectif de valider l'acceptabilité de ces scénarios. Ils avaient principalement pour objet de permettre des mesures des CNT mises en jeu et le cas échéant, de faire des comparaisons selon différents facteurs comme l'âge, le genre, le statut ou l'expertise. Nous avons effectué des calculs de corrélation ou des tests non paramétriques de comparaison

de moyennes, mais un nombre de participant·es plus important nous aurait permis de pousser nos analyses, qui restent souvent descriptives. De plus, la taille réduite de notre échantillon limite la possible généralisation des résultats obtenus. Des études complémentaires avec des populations plus variées et de plus grands échantillons seraient nécessaires pour conforter nos résultats.

Concernant les participant·es à nos différentes études, une autre limite à évoquer concerne leurs caractéristiques. En effet, pour ce qui est des élèves IBO, elles·ils sont tous·tes issu·es de la même école, et l'intérêt, voire l'enthousiasme, de leurs formateur·rices pour le projet SunSet a pu suscité des biais favorables dans leurs réactions. L'idéal aurait été de répéter nos mesures auprès d'élèves d'autres IFIBO plus neutres par rapport au projet, ce qui aurait en outre permis d'accroître notre échantillon et de réaliser d'autres analyses. Des raisons de temps et de calendrier ont rendu cela difficile, mais un autre élément méthodologique nous a freinés. En effet, le déroulement du curriculum de formation suivi par chaque IFIBO lui est propre, rendant difficile la comparaison de mesures réalisées auprès d'élèves d'écoles différentes et à des temps différents de leur formation.

Les caractéristiques des participant·es à nos études ne constituent pas leur seule limite. Le choix du matériel utilisé, et en particulier, le choix d'un EV immersif sous casque présente également ses propres contraintes.

2.1.2. Matériel utilisé

Le choix exprimé dès le démarrage du projet SunSet de cibler un EV immersif est source de limites liées au matériel utilisé, en particulier, le port du casque de RV, en dehors de toute considération de modèle. Ce choix permet de plonger les participant·es dans un bloc opératoire virtuel et de leur proposer une expérience immersive complètement différente de ce qu'elles·ils peuvent rencontrer à l'école ou en stage, ce qui peut permettre une découverte du bloc opératoire sans stress ni pression (Lyon, 2003). Néanmoins, toutes les personnes ne supportent pas le port du casque. Nous n'avons pas rencontré de réel rejet du système lié à un sentiment de malaise (« *simulator sickness* ») mais ce phénomène s'avère être une des contre-indications

majeures pour la participation à ce type de simulation (Mantovani, Riva, & Galimberti, 2003). Lors de nos passations, deux élèves ont exprimé un sentiment de stress lié à la perte de contact avec le monde extérieur. Cela ne les a pas empêché·es de terminer le scénario, mais a forcément impacté leurs performances.

Par ailleurs, une autre limite liée au choix du matériel est le coût en temps humain important associé à la conception de l'EV mais aussi à son utilisation. Ainsi, à titre d'exemple, sur l'ensemble du projet SunSet, l'ensemble des partenaires s'est réuni pour une trentaine de réunions de travail de conception. Les passations, nécessairement individuelles sous casque, sont également très coûteuses en temps, avec une durée moyenne d'une heure par personne. Ainsi, l'ensemble des passations réalisées dans le cadre de cette thèse représente un total d'environ 70 heures. Libérer un espace suffisamment sécurisé pour installer le simulateur, mettre à disposition un·e formateur·rice pour assister et sécuriser les passations, puis réaliser le débriefing avec chacun·e représente un ensemble de contraintes et de freins non négligeables pour l'utilisation de notre simulateur.

Nous avons levé cette contrainte pour partie avec le scénario communication ouverte, réalisé sur tablettes. Ce support ne permet pas la même expérience immersive, mais autorise des passations individuelles en simultané pour l'ensemble d'un groupe. Ceci pose la question de la nécessité de l'immersion pour la formation aux CNT. Selon les objectifs pédagogiques, et selon la CNT visée, elle n'est peut-être pas incontournable. Une méta-analyse sur l'utilisation de la RV pour le développement des compétences sociales montre son effet par rapport à d'autres modalités de formation, mais ne tranche pas sur cette question de l'immersion. D'autres études sur ce point précis seront nécessaire pour en juger (Howard & Gutworth, 2019).

Enfin, les scénarios que nous avons conçus et le choix des métriques que nous avons décidé d'utiliser présentent également des limites qui leur sont spécifiques.

2.1.3. Choix des métriques et des scénarios

En effet, pour chaque scénario nous avons décidé des éléments à implémenter, et des mesures à effectuer.

Le choix des éléments représentés et des vignettes a fait l'objet de discussions et de validation avec des professionnel·les du terrain et de la formation. Pourtant lors du débriefing collectif, nous avons pris conscience de l'ambiguïté de certaines situations et la question du seuil de l'erreur pour certaines d'entre elles a été posée par les élèves : Est-ce qu'un instrument présent dans le bloc mais non prêt à servir ou un dispositif médical placé ailleurs que là où certain·es le placent d'habitude sont des erreurs ? La notion d'erreur elle-même est ambiguë, qui peut correspondre soit à la non-atteinte d'objectifs, soit à l'écart par rapport à une norme, soit à des actions génératrices de risque ou de dommages (Amalberti, 2004). Dans la pratique professionnelle, la définition de l'erreur n'est pas non plus très claire pour les soignant·es, mais elle les renvoie à leur responsabilité personnelle et active des réactions de culpabilité, de colère contre soi-même et de peur (Chard, 2010). Nous avons nommé le scénario conscience de la situation « Bloc virtuel des erreurs », en référence au scénario classique de la « Chambre des erreurs » (Moll & Péan, 2016), dont le principe recourt à une culture positive de l'erreur pour l'utiliser comme source d'apprentissage et comme facteur d'amélioration (Keith & Frese, 2008 ; King, Holder, & Ahmed, 2013). Mais nous n'avons jamais questionné ce terme qui a pu impacter les réactions des élèves face aux scénarios et lors du débriefing. Nous aurions ainsi pu utiliser d'autres termes et parler de gestion des risques, d'anomalies, ou d'écarts par rapport aux bonnes pratiques. Les réactions émotionnelles des élèves lors du débriefing auraient peut-être été moins défensives et peut-être plus riches sur le plan de la réflexion.

Lors de la conception du scénario conscience de la situation, nous avons hésité à donner un score indicatif de performance à chaque participant à l'issue des passations. Mais un score chiffré de type nombre, ou pourcentage de réponses correctes, ressemblait à une note et nous ne souhaitons pas que ce feedback ait un caractère uniquement évaluatif. Le SPLINTS dont

nous souhaitions au départ nous inspirer pour donner un feedback indicatif du niveau de la performance de chacun·e propose une grille d'évaluation des CNT selon quatre niveaux :

- Excellent : niveau de performance élevé, qui garantit la sécurité des patients, peut servir d'exemple positif pour les autres
- Bon : performance satisfaisante mais qui pourrait être améliorée
- Moyen : performance problématique, amélioration nécessaire
- Insuffisant : performance inacceptable, mise en danger potentielle du patient, actions correctives indispensables (*Scrub Practitioners' List of Intraoperative Non-Technical Skills (SPLINTS)*, 2010, notre trad.)

Mais le manque de critères précis pour parvenir à une telle évaluation a soulevé beaucoup d'interrogations de notre part. Devions-nous arbitrairement associer un nombre à un niveau, avec par exemple, le critère excellent pour moins de deux erreurs non repérées ou insuffisant avec plus de dix erreurs non repérées ? Ne connaissant pas le niveau de difficulté de l'exercice que nous proposons cela ne faisait pas sens. Quelle qu'en soit sa nature et son origine (formateur, pair, expérience, logiciel) un feedback est la conséquence d'une performance (Hattie & Timperley, 2007). Dans le contexte de la simulation, il a pour objectif d'informer l'apprenant·e sur la tâche qu'elle·il est en train de réaliser pour lui permettre d'améliorer cette performance (O'Brien, Marks, & Charlin, 2003). Il doit donc comporter une dimension formative et non simplement évaluative. De plus, si dans le cadre de la formation, un feedback possède une composante cognitive indéniable, il présente également une composante affective forte susceptible d'impacter la motivation des apprenant·es dans leurs apprentissages (Bosc-Miné, 2014). Comme nous savions que nous ne pouvions pas organiser un débriefing immédiatement après chaque passation, et que le débriefing collectif était prévu en différé, nous avons craint un impact contre-productif de la séance de simulation en cas de feedback négatif. Nous avons alors choisi de nous limiter à une indication visuelle par la mise en saillance des objets détectés comme erreur (bordure en rouge). Ce feedback de type informel permet aux participant·es d'évaluer visuellement l'étendue de leur détection. Il est de faible niveau

informatif mais préserve la motivation ou l'estime de soi, évitant ainsi un éventuel sentiment d'échec, conformément aux recommandations sur la simulation (Granry & Moll, 2012). Nous sommes bien sûr revenus sur le détail des erreurs repérées, mais nous avons choisi de le faire lors du débriefing. En effet, un feedback en différé peut permettre aux apprenant·es de mettre en place une démarche réflexive d'autocorrection (Bosc-Miné, 2014). Donner ce type de retours aux participant·es lors du débriefing, nous permettait d'assurer à ce dernier son objectif formatif et son rôle majeur dans le développement des compétences.

Enfin, une dernière limite concerne nos mesures et le niveau d'évaluation de l'impact de nos scénarios sur l'acquisition des CNT. En effet, si nous reprenons le modèle d'évaluation de Kirkpatrick (1959), nos mesures nous permettent d'atteindre le niveau 1 (réactions), le travail réflexif mené lors des débriefings permet d'atteindre le niveau 2 (apprentissage) bien qu'il ne soit pas toujours mesuré, mais nous n'atteignons pas les niveaux 3 (transfert) ni 4 (résultats). En ce sens, nous ne sommes pas parvenus à aller plus loin que les études analysées dans notre revue systématique de la littérature (Bracq et al., 2019). Mais cette question du transfert des compétences au bloc opératoire n'est pas spécifique à nos travaux, elle vient toucher les limites de la formation par la simulation.

2.2.Limites de la formation par la simulation

En effet, les études montrent un manque de généralisation des preuves du transfert des connaissances et des compétences acquises en simulation dans le milieu clinique (Griswold-Theodorson et al., 2015 ; Hunziker et al., 2010). Pour l'apprentissage des CNT par la simulation par des infirmier·es, une revue de littérature présente des résultats contradictoires et des arguments limités : malgré des résultats positifs dans certaines études, il est difficile de les comparer du fait de la grande variabilité des mesures et du fait des échantillons restreints, dont la représentativité peut être discutée. Enfin, l'absence d'études longitudinales ne permet pas de montrer d'effets sur le long terme (Lewis, Strachan, & Smith, 2012). Par ailleurs, une des critiques faites à la formation aux CNT par la simulation est le cloisonnement des évaluations par métier et le manque de prise en compte de l'ensemble de l'équipe et l'importance d'étendre

la formation à la conscience de la situation partagée et à la communication avec l'ensemble des personnes intervenant au bloc opératoire (Komasawa & Berg, 2016).

Bien que nous ne soyons pas parvenus à mesurer l'impact de nos scénarios de formation au-delà de l'acquisition de connaissances (niveau 2 de Kirkpatrick), nous avons toutefois réussi à développer deux scénarios de formation originaux, visant deux CNT spécifiques et très importantes pour les IBODE. Nous avons également mis en place des séances de simulation afin de les tester et de valider leur acceptabilité. Afin de poursuivre ce développement, plusieurs possibilités s'offrent aux résultats de nos travaux, à l'issue de cette thèse.

3. Pistes de développement possibles

3.1. Intégration au sein d'une démarche pédagogique globale

La première suite à donner à nos travaux est leur utilisation pour la formation initiale des IBODE. Nos scénarios et un système de RV (ordinateur et HTC Vive) sont actuellement installés à l'IFIBO de Rennes. Les formateur·rices commencent à s'approprier l'outil pour l'intégrer à leur parcours de formation initiale. Elles·Ils réfléchissent également à développer des études et des recherches pour optimiser son utilisation avec une approche plus orientée sciences de l'éducation et didactique professionnelle.

Une autre suite à donner concerne la formation dans le cadre du développement professionnel continu (DPC). D'une part, pour les IDE qui arrivent au bloc opératoire, ils peuvent être l'opportunité d'évaluer leur appréhension du bloc et leur niveau de connaissances des règles d'hygiène et de sécurité, afin de les réajuster avant leur prise de poste. D'autre part, pour l'ensemble des IBODE après quelques années d'exercice, nos scénarios de simulation peuvent être des opportunités de sensibilisation ou de rappels, et de retour réflexif sur l'exercice de leur profession.

3.2. Extension des scénarios

En lien avec cette intégration de nos scénarios pour la formation, l'enrichissement et l'extension des scénarios créés représente une autre piste pour étendre leur contexte d'utilisation. Ainsi, pour ce qui est du scénario conscience de la situation, l'ajout d'autres erreurs permettrait aux élèves de refaire le scénario avec des variantes (sélection aléatoire des erreurs mises en scène) et permettrait aux formateurs de mettre en place des séances plus thématiques, avec une sélection possible des erreurs par type de risque, par exemple. L'intégration d'éléments plus spécifiques en anesthésie permettrait également de proposer ce scénario pour la formation des IADE et pourquoi pas, à terme de mettre en place des simulations en interprofessionalité. De même pour le scénario sur la communication ouverte, l'ajout de vignettes impliquant des interlocuteurs « moins typiques », comme un IBODE ou une chirurgienne permettrait de multiplier les occasions de réflexion sur les situations de communication entre soignant·es et les freins rencontrés.

Enfin, nos scénarios, qu'il s'agisse de la conscience de la situation ou de la communication ouverte, peuvent également intégrer des éléments de situations rencontrées en chirurgie robotique, contexte qui soulève de nouvelles problématiques dans les relations entre professionnel·les de santé au bloc opératoire (Almeras & Almeras, 2019 ; Pograjec & Hubert, 2019).

3.3. Utilisation de nos scénarios à l'étranger

Une dernière utilisation possible de nos scénarios est de les intégrer à d'autres études, en particulier dans une approche interculturelle. C'est un des objectifs du projet S3PM-Int, projet du Labex Cominlabs¹⁰, dont les membres sont en contact avec des équipes au Japon et au Canada. En effet, la formation par la simulation initiée aux Etats-Unis s'est rapidement imposée comme un standard mondial, et se trouve mise en œuvre dans les systèmes de formation en

¹⁰ <https://www.cominlabs.u-bretagne-normandie.fr>

santé en Europe et en Asie (Chung, Dieckmann, & Issenberg, 2013). Les scénarios développés pendant cette thèse sont en cours d'adaptation afin d'étudier les éventuelles différences interculturelles au sein des équipes, et envisager leur utilisation pour la formation des IBODE dans ces deux pays. En effet, France, Canada et Japon diffèrent sur certaines dimensions culturelles notamment sur l'orientation collectiviste (interdépendance, obéissance, devoir, harmonie du groupe), la masculinité (différenciation des rôles selon les genres), la distance hiérarchique (perception d'une inégalité de pouvoir et acceptation de cette distance), et le contrôle de l'incertitude (mise en place de règles sécuritaires pour contrôler l'incertitude) (Hofstede, Hofstede, & Minkov, 2010). Ainsi, la France présente une orientation forte sur l'individualisme, la distance hiérarchique et le contrôle de l'incertitude, et une orientation moyenne vers la masculinité. Le Canada présente une orientation forte sur l'individualisme, une orientation moyenne sur le contrôle de l'incertitude et la masculinité, et une orientation faible sur la distance hiérarchique. Le Japon, quant à lui, présente une orientation forte sur le collectivisme, la masculinité, le contrôle de l'incertitude et une orientation moyenne sur la distance hiérarchique (Bollinger et Hofstede, 1987, cités par Guimond, 2010, dans Chataigné, 2014). Ces différences culturelles ont un impact sur les attentes de rôle, les rôles proposés, les intentions comportementales et les comportements de rôle, qui sont susceptibles d'entraîner des incompréhensions et des chocs culturels au sein des équipes et des organisations de travail multiculturelles (Stone-Romero, Stone, & Salas, 2003). Ainsi, dans un pays à orientation collectiviste comme le Japon, le discours est parfois atténué, avec une minimisation du contenu du message, et une communication orientée vers le récepteur. Cela signifie que c'est l'auditeur·rice qui a la responsabilité de donner du sens à ce qui est dit, à l'opposé des cultures occidentales dans lesquelles c'est à la personne qui parle qu'il incombe de s'exprimer clairement et sans ambiguïté (Chung et al., 2013). Pour ce qui concerne la formation aux CNT par la simulation, une étude a montré que dans les pays avec une faible orientation sur la distance hiérarchique, les échanges lors des débriefings accordent une plus grande place aux CNT et en particulier, à la communication ouverte (Ulmer et al., 2018). Il sera donc intéressant

de tester nos scénarios dans le contexte de ces deux pays, pour voir si ces différences se vérifient.

Ainsi, malgré les limites que nous avons soulevées concernant la réalisation de nos travaux, ces derniers participent aux changements apportés à la formation des IBODE et peuvent à l'avenir contribuer à enrichir la formation des professionnel·les de santé.

4. Conclusion générale

A l'issue de ce travail, les principaux apports du projet SunSet pour la simulation en santé sont les outils que nous avons développés ensemble pour concevoir et mettre en œuvre les deux scénarios visant la conscience de la situation et la communication. Ils ont été créés spécifiquement à destination des IBODE, qui les ont testés et qui en ont validé l'acceptabilité. Ils sont actuellement utilisés par l'IFIBO de Rennes qui les a inscrits dans son programme de formation. Ils vont très prochainement être testés par des IBODE japonaises et canadiennes, pour voir dans quelle mesure nos scénarios sont généralisables dans d'autres contextes culturels, s'il existe des différences selon les pays et à quel niveau elles se jouent.

Plus généralement, les apports de notre thèse pour la formation en simulation concernent la méthodologie utilisée tout au long de ce projet. En effet, nous sommes partis de situations concrètes, d'observations sur le terrain ou de difficultés rencontrées par des professionnel·les pour définir les CNT défaillantes et envisager des scénarios de simulation, en intégrant les professionnel·les concernés et les formateur·rices, et en validant systématiquement leur acceptabilité.

Les CNT ont été principalement définies pour des secteurs d'activité à risque, comme par exemple, l'industrie nucléaire, l'aviation ou la chirurgie. Toutefois, la conscience de la situation, la prise de décision, la communication, le leadership, le travail en équipe ainsi que la gestion du stress et de la fatigue sont des compétences clés dans un très grand nombre de

métiers. L'extension des outils et de la méthodologie développés par le projet SunSet à d'autres secteurs que la santé est donc tout à fait envisageable. En effet, former au leadership, à la gestion des conflits, à la communication, au travail d'équipe est important pour garantir le bon climat au sein des des collectifs de travail, quel que soit leur secteur d'activité. On peut ainsi imaginer des scénarios spécifiques au manager d'équipe inspirés du CRM, avec des éléments de la situation à percevoir, comprendre et anticiper, ainsi qu'une décision à prendre et à communiquer à l'équipe, impliquant son leadership. Enfin, on peut également imaginer des scénarios sur la communication ouverte destinés plus spécifiquement aux collaborateurs, à partir du modèle de l'Employee Voice de Morrison (2011).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- Abdo, A., & Ravert, P. (2006). Student Satisfaction with Simulation Experiences. *Clinical Simulation in Nursing*, 2(1), 13-16. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2009.05.009>
- Abshier, P. (2012). Feasibility pilot study: Training soft skills in virtual worlds. *Games for Health*, 1(2), 174-176. <https://doi.org/10.1089/g4h.2012.1020>
- Agency for Healthcare Research and Quality. (2014). *Team STEPPS Team Strategies & Tools to Enhance Performance and Patient Safety*.
<https://www.ahrq.gov/sites/default/files/publications/files/pocketguide.pdf>
- Aggarwal, R., Grantcharov, T., Moorthy, K., Milland, T., Papasavas, P., Dosis, A., Bello, F., & Darzi, A. (2007). An Evaluation of the Feasibility, Validity, and Reliability of Laparoscopic Skills Assessment in the Operating Room. *Annals of Surgery*, 245(6), 992-999. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000262780.17950.e5>
- Almeras, C., & Almeras, C. (2019). Communication en chirurgie robotique : Place, modalités et évolutions d'une communication sécurisée. *Journal de Chirurgie Viscérale*, 156(5), 433-440. <https://doi.org/10.1016/j.jchirv.2018.12.009>
- Amalberti, R. (2004). 17 De la gestion des erreurs à la gestion des risques. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie* (1^{re} éd., pp. 285- 300). Presses Universitaires de France.
<https://doi.org/10.3917/puf.falzo.2004.01.0285>
- ANAP. (s. d.). *Appui santé et médico-social*. Consulté le 15 mai 2019, à l'adresse
<https://www.anap.fr/accueil/>

B

- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, 84(2), 191-215.
- Barbé-Olivo, E., Meunier, B., & Descamps, J. (2016). *Projet pédagogique de la formation des infirmières et infirmiers de bloc opératoire. Scolarité 2016-2018*. Centre Hospitalier Universitaire de Rennes. https://www.ifchureennes.fr/wp/wp-content/uploads/2016/09/Projet_pedagogique_16-18_FFPS.pdf
- Béguin, P. (2005). La simulation entre experts : Double jeu dans la zone proximale de développement et construction d'un monde commun. In P. Pastre (Dir.), *Apprendre par la simulation de l'analyse du travail aux apprentissages professionnels* (pp. 55-80). Octarès.
- Benner, P. (1982). From novice to expert. *American Journal of Nursing*, 82, 402-407.
- Benner, P. (2004). Using the Dreyfus Model of Skill Acquisition to Describe and Interpret Skill Acquisition and Clinical Judgment in Nursing Practice and Education. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 24(3), 188-199.
<https://doi.org/10.1177/0270467604265061>
- Bienefeld, N., & Grote, G. (2012). Silence That May Kill: When Aircrew Members Don't Speak Up and Why. *Aviation Psychology and Applied Human Factors*, 2(1), 1-10.
<https://doi.org/10.1027/2192-0923/a000021>
- Bobillier Chaumon, M.-E. (2016). L'acceptation située des technologies dans et par l'activité : Premiers étayages pour une clinique de l'usage. *Psychologie du Travail et des Organisations*, 22(1), 4-21. <https://doi.org/10.1016/j.pto.2016.01.001>

- Bobillier-Chaumon, M., & Dubois, M. (2009). L'adoption des technologies en situation professionnelle : Quelles articulations possibles entre acceptabilité et acceptation ? *Le travail humain*, 72(4), 355-382. <https://doi.org/10.3917/th.724.0355>
- Boet, S., Bould, M. D., Bruppacher, H. R., Desjardins, F., Chandra, D. B., & Naik, V. N. (2011). Looking in the mirror: Self-debriefing versus instructor debriefing for simulated crises. *Critical Care Medicine*, 39(6), 1377-1381. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31820eb8be>
- Boet, S., Granry, J.-C., & Savoldelli, G. (2013). *La simulation en santé : De la théorie à la pratique*. Springer-Verlag.
- Boet, S., Pigford, A.-A., Fitzsimmons, A., Reeves, S., Tribby, E., & Bould, M. D. (2016). Interprofessional team debriefings with or without an instructor after a simulated crisis scenario: An exploratory case study. *Journal of Interprofessional Care*, 30(6), 717-725. <https://doi.org/10.1080/13561820.2016.1181616>
- Bosc-Miné, C. (2014). Caractéristiques et fonctions des feed-back dans les apprentissages. *L'Année psychologique*, 114(2), 315-353. <https://doi.org/10.4074/S000350331400205x>
- Bracq, M.-S., Michinov, E., & Jannin, P. (2019). Virtual reality simulation in nontechnical skills training for healthcare professionals: A systematic review. *Simulation in Healthcare*, 14(3), 188–194. <https://doi.org/doi:10.1097/SIH.0000000000000347>
- Brunckhorst, O., Shahid, S., Aydin, A., McIlhenny, C., Khan, S., Raza, S. J., Sahai, A., Brewin, J., Bello, F., Kneebone, R., Khan, M. S., Dasgupta, P., & Ahmed, K. (2015). Simulation-based ureteroscopy skills training curriculum with integration of technical and non-technical skills: A randomised controlled trial. *Surgical Endoscopy*, 29(9), 2728-2735. [cmedm. https://doi.org/10.1007/s00464-014-3996-6](https://doi.org/10.1007/s00464-014-3996-6)

- Burke, C. S., Salas, E., Wilson-Donnelly, K., & Priest, H. (2004). How to turn a team of experts into an expert medical team: Guidance from the aviation and military communities. *Quality and Safety in Health Care*, 13(suppl 1), 96–104.
- Burke, R. J. (2019). Increasing occupational health and safety in workplaces: Why it matters. In R. Burke & A. Richardsen (Eds.), *Increasing Occupational Health and Safety in Workplaces* (pp. 2-29). Edward Elgar Publishing.
<https://doi.org/10.4337/9781788118095.00008>
- Burkhardt, J.-M. (2003). Réalité virtuelle et ergonomie : Quelques apports réciproques. *Le travail humain*, 66(1), 65-91. <https://doi.org/10.3917/th.661.0065>

C

- Cammarano, C., Jiang, X., & Schnatz, P. F. (2016). Implementing Team-Based Care: It's Our Duty. *Healthcare Transformation*, 1(4), 240-247.
<https://doi.org/10.1089/heat.2016.29030.pfs>
- Cant, R. P., & Cooper, S. J. (2010). Simulation-based learning in nurse education: Systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, 66(1), 3-15. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2009.05240.x>
- Cant, R. P., & Cooper, S. J. (2017). The value of simulation-based learning in pre-licensure nurse education: A state-of-the-art review and meta-analysis. *Nurse Education in Practice*, 27, 45-62. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2017.08.012>
- Carthey, J., de Leval, M. R., Wright, D. J., Farewell, V. T., Reason, J. T., & others. (2003). Behavioural markers of surgical excellence. *Safety Science*, 41(5), 409–425.
- Cepisul, M. (2008). Respect des compétences et communication au sein du bloc opératoire.
<http://www.em-consulte.com/en/article/187985>

- Chard, R. (2010). How Perioperative Nurses Define, Attribute Causes of, and React to Intraoperative Nursing Errors. *AORN Journal*, *91*(1), 132-145.
<https://doi.org/10.1016/j.aorn.2009.06.028>
- Chataigné, C. (2014). *Psychologie des valeurs*. De Boeck Supérieur.
- Cheng, A., Eppich, W., Grant, V., Sherbino, J., Zendejas, B., & Cook, D. A. (2014). Debriefing for technology-enhanced simulation: A systematic review and meta-analysis. *Medical Education*, *48*(7), 657-666. <https://doi.org/10.1111/medu.12432>
- Chodos, D., Stroulia, E., King, S., & Carbonaro, M. (2014). A framework for monitoring instructional environments in a virtual world: Framework for monitoring teaching in virtual world. *British Journal of Educational Technology*, *45*(1), 24-35.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01370.x>
- Chung, H. S., Dieckmann, P., & Issenberg, S. B. (2013). It Is Time to Consider Cultural Differences in Debriefing. *Simulation in Healthcare*, *8*(3), 166-170.
<https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e318291d9ef>
- Claude, G., Gouranton, V., Caillaud, B., Gibaud, B., Jannin, P., & Arnaldi, B. (2016). From Observations to Collaborative Simulation: Application to Surgical Training. *International Conference on Artificial Reality and Telexistence, Eurographics Symposium on Virtual Environments*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01391776/>
- Clot, Y., Faïta, D., Fernandez, G., & Scheller, L. (2000). Entretiens en auto confrontation croisée : Une méthode en clinique de l'activité. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, *2*(1), 1-10. <https://doi.org/10.4000/pistes.3833>
- Crichton, M., & Flin, R. (2004). Identifying and training non-technical skills of nuclear emergency response teams. *Annals of Nuclear Energy*, *31*(12), 1317–1330.
<https://doi.org/10.1016/j.anucene.2004.03.011>

Crichton, M. T. (2009). Improving team effectiveness using tactical decision games. *Safety Science*, 47(3), 330-336. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2008.07.036>

Croghan, S. M., Phillips, C., & Howson, W. (2019). The operating theatre as a classroom: A literature review of medical student learning in the theatre environment. *International Journal of Medical Education*, 10, 75-87. <https://doi.org/10.5116/ijme.5ca7.afd1>

D

Dalton, P., & Fraenkel, N. (2012). Gorillas we have missed: Sustained inattentive deafness for dynamic events. *Cognition*, 124(3), 367-372. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.05.012>

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>

Decker, S., Fey, M., Sideras, S., Caballero, S., Rockstraw, L. (Rocky), Boese, T., Franklin, A. E., Gloe, D., Lioce, L., Sando, C. R., Meakim, C., & Borum, J. C. (2013). Standards of Best Practice: Simulation Standard VI: The Debriefing Process. *Clinical Simulation in Nursing*, 9(6), 26-29. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2013.04.008>

Dieckmann, P., Gaba, D., & Rall, M. (2007). Deepening the Theoretical Foundations of Patient Simulation as Social Practice: *Simulation In Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 2(3), 183-193. <https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e3180f637f5>

Donnadieu, B., Genthon, M., & Vial, M. (1998). *Les théories de l'apprentissage : Quel usage pour les cadres de santé*. Editions Masson.

Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation, et des Statistiques. (s. d.). *Tableau 4. Effectifs des infirmiers spécialisés par spécialisation, mode d'exercice global, zone*

d'activité principale, sexe et tranche d'âge. Data. Drees Etudes statistiques. Consulté le 26 décembre 2019, à l'adresse

<http://www.data.drees.sante.gouv.fr/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=3707>

Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation, et des Statistiques. (2011). *Enquête Nationale sur les Événements Indésirables graves associés aux Soins—Description des résultats 2009—Rapport final—Serieetud110.pdf*. <http://drees.social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/serieetud110.pdf>

Dufrene, C., & Young, A. (2014). Successful debriefing — Best methods to achieve positive learning outcomes: A literature review. *Nurse Education Today*, 34(3), 372-376.

<https://doi.org/10.1016/j.nedt.2013.06.026>

E

Eisler, R. M., Miller, P. M., & Hersen, M. (1973). Components of assertive behavior. *Journal of Clinical Psychology*, 29(3), 295–299. [https://doi.org/10.1002/1097-4679\(197307\)29:3<295::AID-JCLP2270290305>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/1097-4679(197307)29:3<295::AID-JCLP2270290305>3.0.CO;2-9)

Endsley, M., & Kiris, E. (1995). Situation awareness global assessment technique (SAGAT) TRACON air traffic control version user guide. *Lubbock, TX: Texas Tech University*.

Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 37(1), 32–64.

Erasmus, V., Daha, T. J., Brug, H., Richardus, J. H., Behrendt, M. D., Vos, M. C., & van Beeck, E. F. (2010). Systematic Review of Studies on Compliance with Hand Hygiene Guidelines in Hospital Care. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 31(3), 283-294. <https://doi.org/10.1086/650451>

F

- Fletcher, G. (2003). Anaesthetists' Non-Technical Skills (ANTS) : Evaluation of a behavioural marker system. *British Journal of Anaesthesia*, 90(5), 580-588.
<https://doi.org/10.1093/bja/aeg112>
- Fletcher, G., Flin, R., McGeorge, P., Glavin, R., Maran, N., & Patey, R. (2004). Rating non-technical skills: Developing a behavioural marker system for use in anaesthesia. *Cognition, Technology & Work*, 6(3). <https://doi.org/10.1007/s10111-004-0158-y>
- Flin, R. (2004). Identifying and training non-technical skills for teams in acute medicine. *Quality and Safety in Health Care*, 13(suppl_1), 80-84.
<https://doi.org/10.1136/qshc.2004.009993>
- Flin, R. (2013). Non-technical skills for anaesthetists, surgeons and scrub practitioners (ANTS, NOTSS and SPLINTS). *The Health Foundation*.
- Flin, R., Martin, L., Goeters, K.-M., Hormann, H. J., Amalberti, R., Valot, C., & Nijhuis, H. (2003). Development of the NOTECHS (non-technical skills) system for assessing pilots' CRM skills. *Human Factors and Aerospace Safety*, 3, 97–120.
<https://doi.org/10.4324/9781315194035-1>
- Flin, R., O'Connor, P., & Crichton, M. (2008). *Safety at the sharp end, a guide to non-technical skills*. Ashgate Publishing Limited.
- Flin, R., Youngson, G. G., & Yule, S. (2015). *Enhancing Surgical Performance: A Primer in Non-Technical Skills*. CRC Press.
- Fried, G. M., & Feldman, L. S. (2008). Objective Assessment of Technical Performance. *World Journal of Surgery*, 32(2), 156-160. <https://doi.org/10.1007/s00268-007-9143-y>
- Fuchs, P., Arnaldi, B., & Guitton, P. (2006). *Le traité de la réalité virtuelle, Volume 4 : Les applications de la réalité virtuelle*. Presse des Mines.

Fuchs, P., Moreau, G., Berthoz, A., & Vercher, J.-L. (2006). *Le traité de la réalité virtuelle, Volume 1 : L'Homme et l'environnement virtuel*. Presse des Mines.

G

Gallagher, A. G., Ritter, E. M., Champion, H., Higgins, G., Fried, M. P., Moses, G., Smith, C. D., & Satava, R. M. (2005). Virtual Reality Simulation for the Operating Room: Proficiency-Based Training as a Paradigm Shift in Surgical Skills Training. *Annals of Surgery*, 241(2), 364-372. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000151982.85062.80>

Gammon, J., Morgan-Samuel, H., & Gould, D. (2007). A review of the evidence for suboptimal compliance of healthcare practitioners to standard/universal infection control precautions. *Journal of Clinical Nursing*, 17(2), 157-167. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2006.01852.x>

Gawande, A. A., Zinner, M. J., Studdert, D. M., & Brennan, T. A. (2003). Analysis of errors reported by surgeons at three teaching hospitals. *Surgery*, 133(6), 614-621. <https://doi.org/10.1067/msy.2003.169>

Genest, S. (1990). Un, deux, trois... Bistouri. Technologie, symbolisme et rapports sociaux en salle d'opération. *Anthropologie et Sociétés*, 14(1), 9-24. <https://doi.org/10.7202/015109ar>

Giami, A., Moreau, É., & Moulin, P. (2015). *Infirmières et sexualité*. Presses de l'EHESP. <https://doi.org/10.3917/ehesp.giami.2015.01>

Girard, L. (2018). *Des femmes en blanc : La ``fabrication `` des infirmières* [Thèse de doctorat, Université Bourgogne Franche-Comté]. HAL. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01943781/document>

Glaser, B., Schellenberg, T., Koch, L., Hofer, M., Modemann, S., Dubach, P., & Neumuth, T. (2016). Design and evaluation of an interactive training system for scrub nurses.

International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 11(8), 1527-1536.

<https://doi.org/10.1007/s11548-016-1356-9>

Gordon, M., Darbyshire, D., & Baker, P. (2012). Non-technical skills training to enhance patient safety: A systematic review: Non-technical skills education: a systematic review. *Medical Education*, 46(11), 1042-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2012.04343.x>

Gormley, G., Sterling, M., Menary, A., & McKeown, G. (2012). Keeping it real! Enhancing realism in standardised patient OSCE stations. *The Clinical Teacher*, 9(6), 382-386. <https://doi.org/10.1111/j.1743-498X.2012.00626.x>

Graafland, M., Schraagen, J. M. C., Boermeester, M. A., Bemelman, W. A., & Schijven, M. P. (2015). Training situational awareness to reduce surgical errors in the operating room. *British Journal of Surgery*, 102(1), 16-23. <https://doi.org/10.1002/bjs.9643>

Graafland, M., Bemelman, W. A., & Schijven, M. P. (2017). Game-based training improves the surgeon's situational awareness in the operation room: A randomized controlled trial. *Surgical Endoscopy*. <https://doi.org/10.1007/s00464-017-5456-6>

Graafland, M., Vollebergh, M. F., Lagarde, S. M., van Haperen, M., Bemelman, W. A., & Schijven, M. P. (2014). A serious game can be a valid method to train clinical decision-making in surgery. *World Journal of Surgery*, 38(12), 3056-3062. <https://doi.org/10.1007/s00268-014-2743-4>

Granry, J.-C., & Moll, M. C. (2012). *Rapport de mission. État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé. Dans le cadre du développement professionnel continu (DPC) et de la prévention des risques associés aux soins*. HAS. www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2012-01/simulation_en_sante_-_rapport.pdf

Griswold-Theodorson, S., Ponnuru, S., Dong, C., Szyld, D., Reed, T., & McGaghie, W. C.

(2015). Beyond the Simulation Laboratory: A Realist Synthesis Review of Clinical Outcomes of Simulation-Based Mastery Learning. *Academic Medicine*, 90(11), 1553-1560. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000938>

Grollau, E. (2008). Les conditions de travail au bloc opératoire, source potentielle de stress et de dégradations relationnelles. <http://www.em-consulte.com/en/article/187981>

Guerlain, S., Adams, R. B., Turrentine, F. B., Shin, T., Guo, H., Collins, S. R., & Calland, J. F. (2005). Assessing team performance in the operating room: Development and use of a “black-box” recorder and other tools for the intraoperative environment. *Journal of the American College of Surgeons*, 200(1), 29-37. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2004.08.029>

Guilloton, D. (2016). De la chambre des erreurs au bloc opératoire des erreurs : Une expérience de simulation. <http://www.em-consulte.com/en/article/1079799>

H

Hall, K., & Tori, K. (2017). Best Practice Recommendations for Debriefing in Simulation-Based Education for Australian Undergraduate Nursing Students: An Integrative Review. *Clinical Simulation in Nursing*, 13(1), 39-50. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2016.10.006>

Hamilton, A. L., Kerins, J., MacCrossan, M. A., & Tallentire, V. R. (2019). Medical Students' Non-Technical Skills (Medi-StuNTS): Preliminary work developing a behavioural marker system for the non-technical skills of medical students in acute care. *BMJ Simulation and Technology Enhanced Learning*, 5(3), 130-139. <https://doi.org/10.1136/bmjstel-2018-000310>

- Hamilton, P. (2006). Ethical dilemmas in training tomorrow's doctors. *Paediatric respiratory reviews*, 7(2), 129–134. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2006.03.010>
- Hart, J. (2000). Positionnez-vous ! *Gestions Hospitalières*, 493, 122-127.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Haute Autorité de Santé. (2012). *Guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé. Evaluation et amélioration des pratiques*. HAS. https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2013-01/guide_bonnes_pratiques_simulation_sante_guide.pdf
- Haute Autorité de Santé. (2014). *SAED : un guide pour faciliter la communication entre professionnels de santé*. https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1776178/fr/saed-un-guide-pour-faciliter-la-communication-entre-professionnels-de-sante
- Haute Autorité de Santé. (2019). *Simulation en santé et gestion des risques. 1- Guide méthodologique*. Haute Autorité de Santé. https://www.has-sante.fr/jcms/c_2905932/fr/simulation-en-sante-et-gestion-des-risques
- Healey, A. N., Sevdalis, N., & Vincent, C. A. (2006). Measuring intra-operative interference from distraction and interruption observed in the operating theatre. *Ergonomics*, 49(5-6), 589-604. <https://doi.org/10.1080/00140130600568899>
- Hedef, V. (2019, mai 17). *Actes exclusifs IBODE : on en sait plus sur les mesures transitoires*. [paill Infirmiers.com. https://www.infirmiers.com/votre-carriere/ibode/actes-exclusifs-ibode-on-en-sait-plus-sur-mesures-transitoires.html](https://www.infirmiers.com/votre-carriere/ibode/actes-exclusifs-ibode-on-en-sait-plus-sur-mesures-transitoires.html)
- Henaus, P.-L., Michinov, E., Rochat, J., Hémon, B., Jannin, P., & Riffaud, L. (2019). Relationships Between Expertise, Crew Familiarity and Surgical Workflow Disruptions: An Observational Study. *World Journal of Surgery*, 43(2), 431-438. <https://doi.org/10.1007/s00268-018-4805-5>

- Henneman, E. A., & Cunningham, H. (2005). Using Clinical Simulation to Teach Patient Safety in an Acute/Critical Care Nursing Course. *Nurse Educator*, 30(4), 172-177. <https://doi.org/10.1097/00006223-200507000-00010>
- Herbelin, B., Salomon, R., Serino, A., & Blanke, O. (2016). 5 Neural Mechanisms of Bodily Self-Consciousness and the Experience of Presence in Virtual Reality. *Human Computer Confluence Transforming Human Experience Through Symbiotic Technologies*, 80. <https://doi.org/10.1515/9783110471137-005>
- Héritier, F. (1996). *Masculin/féminin, tome 1 : La pensée de la différence*. Odile Jacob.
- Hirata, H., & Kergoat, D. (2017). Rapports sociaux de sexe et psychopathologie du travail. *Travailler*, 37(1), 163-203. <https://doi.org/10.3917/trav.037.0163>
- Hofstede, G., Hofstede, G. J., & Minkov, M. (2010). *Cultures and Organizations: Software of the Mind* (Rev. 3rd ed.). McGraw-Hill.
- Howard, M. C., & Gutworth, M. B. (2019). A meta-analysis of virtual reality training programs for social skill development. *Computers & Education*, 144. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103707>
- Hudson, K., Taylor, L. A., Kozachik, S. L., Shaefer, S. J., & Wilson, M. L. (2015). Second life simulation as a strategy to enhance decision-making in diabetes care: A case study. *Journal of Clinical Nursing*, 24(5-6), 797-804. <https://doi.org/10.1111/jocn.12709>
- Hull, L., Arora, S., Aggarwal, R., Darzi, A., Vincent, C., & Sevdalis, N. (2012). The impact of nontechnical skills on technical performance in surgery: A systematic review. *Journal of the American College of Surgeons*, 214(2), 214–230. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2011.10.016>
- Hunziker, S., Tschan, F., Semmer, N. K., Howell, M. D., Marsch, S., & others. (2010). Human factors in resuscitation: Lessons learned from simulator studies. *Journal of*

emergencies, trauma, and shock, 3(4), 389-394. [https://doi.org/ 10.4103/0974-2700.70764](https://doi.org/10.4103/0974-2700.70764)

I

Ingvarsdottir, E., & Halldorsdottir, S. (2017). Enhancing patient safety in the operating theatre: From the perspective of experienced operating theatre nurses. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, 32(2), 951-960. <https://doi.org/10.1111/scs.12532>

Ives, C., & Hillier, S. (2015). *Human factors in healthcare : Common terms*. <http://chfg.org/wp-content/uploads/2016/03/chfg-human-factors-common-terms.pdf>

J

Jaffrelot, M., & Pelaccia, T. (2016). La simulation en santé : Principes, outils, impacts et implications pour la formation des enseignants. *Recherche & formation*, 82, 17-30. <https://doi.org/10.4000/rechercheformation.2658>

Jastrow, N., Picchiottino, P., Savoldelli, G., & Irion, O. (2013). Simulation en obstétrique. *Rev Med Suisse*, 9, 1938–1942.

Jepsen, R. M. H. G., Spanager, L., Lyk-Jensen, H. T., Dieckmann, P., & Østergaard, D. (2015). Customisation of an instrument to assess anaesthesiologists' non-technical skills. *International Journal of Medical Education*, 6, 17-25. <https://doi.org/10.5116/ijme.54be.8f08>

K

Kang, E., Massey, D., & Gillespie, B. M. (2015). Factors that influence the non-technical skills performance of scrub nurses: A prospective study. *Journal of Advanced Nursing*, 71(12), 2846-2857. <https://doi.org/10.1111/jan.12743>

- Katz, P. (1981). Ritual in the Operating Room. *Ethnology*, 20(4), 335-350.
<https://doi.org/10.2307/3773355>
- Keith, N., & Frese, M. (2008). Effectiveness of error management training: A meta-analysis. *Journal of Applied Psychology*, 93(1), 59-69. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.93.1.59>
- Kergoat, D. (2000). Division sexuelle du travail et rapports sociaux de sexe. *Dictionnaire critique du féminisme*, 2, 35-44.
- Kim, J., Neilipovitz, D., Cardinal, P., & Chiu, M. (2009). 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”). *Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 4(1), 6-16.
<https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e3181880472>
- Kim, J., Neilipovitz, D., Cardinal, P., Chiu, M., & Clinch, J. (2006). 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. *Critical Care Medicine*, 34(8), 2167-2174.
<https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000229877.45125.CC>
- King, A., Holder, M. G., & Ahmed, R. A. (2013). Errors as allies: Error management training in health professions education. *BMJ Qual Saf*, 22(6), 516-519. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2012-000945>
- Kirkpatrick, D. L. (1959). *Evaluating training programs* (2nd ed.). Berrett-Koehler.
- Kirkpatrick, D. L., & Kirkpatrick, J. D. (2006). *Evaluating training programs, the four levels* (3rd ed, Vol. 1-1). Berrett-Koehler Publishers Group West [distributor].

- Kirlik, A. (2010). Brunswikian Theory and Method as a Foundation for Simulation-Based Research on Clinical Judgment. *Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 5(5), 255-259.
<https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e3181f12f03>
- Kohn, L. T., Corrigan, J. M., & Donaldson, M. S. (1999). *To Err Is Human: Building a Safer Health System*. National Academic Press.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall. Consulté le 31 mai 2018, à l'adresse <http://www.learningfromexperience.com/images/uploads/process-of-experiential-learning.pdf>
- Kolbe, M., Grande, B., & Spahn, D. R. (2015). Briefing and debriefing during simulation-based training and beyond: Content, structure, attitude and setting. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 29(1), 87-96.
<https://doi.org/10.1016/j.bpa.2015.01.002>
- Komasawa, N., & Berg, B. W. (2016). A proposal for modification of nontechnical skill assessment for perioperative crisis management simulation training. *Journal of Clinical Anesthesia*, 32, 25-26. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2015.12.031>

L

- Landgren, R., Alawadi, Z., Douma, C., Thomas, E. J., & Etchegaray, J. (2016). Barriers of Pediatric Residents to Speaking Up About Patient Safety. *Hospital Pediatrics*, 6(12), 738-743. <https://doi.org/10.1542/hpeds.2016-0042>
- Lapum, J. L., Verkuyl, M., Hughes, M., Romaniuk, D., McCulloch, T., & Mastrilli, P. (2018). Self-Debriefing in Virtual Simulation. *Nurse Educator*, 44(6), 6-8.
<https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000000639>

- Larnpotang, S., Lizdas, D., Rajon, D., Luria, I., Gravenstein, N., Bisht, Y., Schwab, W., Friedman, W., Bova, F., & Robinson, A. (2013). Mixed simulators: Augmented physical simulators with virtual underlays. *2013 IEEE Virtual Reality (VR)*, 7–10. <https://doi.org/10.1109/VR.2013.6549348>
- Lazarus, A. A. (1973). On assertive behavior: A brief note. *Behavior Therapy*, 4(5), 697-699. [https://doi.org/10.1016/S0005-7894\(73\)80161-3](https://doi.org/10.1016/S0005-7894(73)80161-3)
- Le Verge, N. (2008). Les enjeux des rapports de séduction entre chirurgiens et infirmières au bloc opératoire. <http://www.em-consulte.com/en/article/187983>
- Lecomte, F. (2016). Les compétences non techniques : Pourquoi s’y intéresse-t-on ? In Département d’anesthésie réanimation de Bicêtre, *Protocoles 2016 : Fiches urgences. Anesthésie. ALR. Obstétrique. Réanimation. Douleur. Pédiatrie.* (Editions MAPAR, pp. 473-478).
- Lécuyer, F., Gouranton, V., Reuzeau, A., Gaugne, R., & Arnaldi, B. (2019a). *Authoring AR Interaction by AR*. International Conference on Artificial Reality and Telexistence - Eurographics Symposium on Virtual Environments, Tokyo, Japon. https://hal.inria.fr/hal-02272930/file/FIVE_AR___ICAT_EGVE2019_HAL.pdf
- Lécuyer, F., Gouranton, V., Reuzeau, A., Gaugne, R., & Arnaldi, B. (2019b). Create by Doing—Action Sequencing in VR. *Computer Graphics International Conference*, 329–335.
- Leigh, G. T., Miller, L. B., & Ardoin, K. B. (2017). A Nurse Educator’s Guide to Student-Led Debriefing. *Teaching and Learning in Nursing*, 12(4), 309-311. <https://doi.org/10.1016/j.teln.2017.03.012>
- Levett-Jones, T., & Lapkin, S. (2014). A systematic review of the effectiveness of simulation debriefing in health professional education. *Nurse Education Today*, 34(6), 58-63. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2013.09.020>

Lewis, R., Strachan, A., & Smith, M. M. (2012). Is high fidelity simulation the most effective method for the development of non-technical skills in nursing? A review of the current evidence. *The Open Nursing Journal*, 6(1), 82-89.

<http://benthamopen.com/FULLTEXT/TONURSJ-6-82>

Lingard, Espin, S., Whyte, S., Regehr, G., Baker, G. R., Reznick, R., Bohnen, J., Orser, B., Doran, D., & Grober, E. (2004). Communication failures in the operating room: An observational classification of recurrent types and effects. *Quality and Safety in Health Care*, 13(5), 330-334. <https://doi.org/10.1136/qshc.2003.008425>

Lingard, L., Reznick, R., Espin, S., Regehr, G., & DeVito, I. (2002). Team communications in the operating room: Talk patterns, sites of tension, and implications for novices. *Academic Medicine*, 77(3), 232–237. <https://doi.org/10.1097/00001888-200203000-00013>

Lowe, B. (2018). *Anesthesia Crisis Resource Management: Improving Nontechnical Skills*. Université de Bufffalo, École d’infirmière.

Lyon, P. M. A. (2003). Making the most of learning in the operating theatre: Student strategies and curricular initiatives. *Medical Education*, 37(8), 680-688. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2923.2003.01583.x>

M

Madani, A., Vassiliou, M. C., Watanabe, Y., Al-Halabi, B., Al-Rowais, M. S., Deckelbaum, D. L., Fried, G. M., & Feldman, L. S. (2017). What Are the Principles That Guide Behaviors in the Operating Room? Creating a Framework to Define and Measure Performance. *Annals of Surgery*, 265(2), 255-267. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001962>

- Makary, M. A., & Daniel, M. (2016). Medical error—The third leading cause of death in the US. *BMJ*, i2139. <https://doi.org/10.1136/bmj.i2139>
- Mantovani, G., Riva, R., & Galimberti, C. (2003). VR learning: Potential and challenges for the use of 3D. *Towards cyberpsychology: Mind, cognitions, and society in the Internet age*, 208–225.
- Marc, E., & Tapia, C. (2006). Identité et développement personnel. Perspective intégrative. *Le Journal des psychologues*, 234(1), 55-57. <https://doi.org/10.3917/jdp.234.0055>
- Marchewka, J. T., & Kostiwa, K. (2007). An Application of the UTAUT Model for Understanding Student Perceptions Using Course Management Software. *Communications of the IIMA*, 7(2), 93-104.
- Mathieu, J. E., Heffner, T. S., Goodwin, G. F., Salas, E., & Cannon-Bowers, J. A. (2000). The influence of shared mental models on team process and performance. *Journal of applied psychology*, 85(2), 273-283. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.85.2.273>
- McClelland, G. (2018). Factors that affect scrub practitioner non-technical skills: A literature review. *Journal of Perioperative Practice*, 28(4), 75-82. <https://doi.org/10.1177/1750458918762315>
- Merchant, Z., Keeney-Kennicutt, W., & Goetz, E. (2015). Predicting Undergraduate Students' Acceptance of Second Life for Teaching Chemistry. *Journal of Online Learning & Teaching*, 11(2), 233-248. http://jolt.merlot.org/Vol11no2/Merchant_0615.pdf
- Michinov, E., Jamet, E., Dodeler, V., Haegelen, C., & Jannin, P. (2014). Assessing neurosurgical non-technical skills: An exploratory study of a new behavioural marker system: Non-technical skills in neurosurgery. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 20(5), 582-588. <https://doi.org/10.1111/jep.12152>
- Ministère des Affaires Sociales et de la Santé. (2016). *Annexe II Référentiel de compétences de l'infirmier de bloc opératoire* (Journal Officiel de la République Française).

- Mirek, S., & Prétot, R. (2019). Le “bloc des erreurs” en simulation, apprendre autrement. *Inter bloc*, 6502(1), 28-31. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bloc.2019.01.004>
- Mishra, A., Catchpole, K., & McCulloch, P. (2009). The Oxford NOTECHS System: Reliability and validity of a tool for measuring teamwork behaviour in the operating theatre. *Quality and Safety in Health Care*, 18(2), 104-108. <https://doi.org/10.1136/qshc.2007.024760>
- Mitchell, L., & Flin, R. (2008). Non-technical skills of the operating theatre scrub nurse: Literature review. *Journal of Advanced Nursing*, 63(1), 15-24. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2008.04695.x>
- Mitchell, L., Flin, R., Yule, S., Mitchell, J., Coutts, K., & Youngson, G. (2011). Thinking ahead of the surgeon. An interview study to identify scrub nurses’ non-technical skills. *International Journal of Nursing Studies*, 48(7), 818-828. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2010.11.005>
- Mitchell, L., Flin, R., Yule, S., Mitchell, J., Coutts, K., & Youngson, G. (2012). Evaluation of the Scrub Practitioners’ List of Intraoperative Non-Technical Skills (SPLINTS) system. *International Journal of Nursing Studies*, 49(2), 201-211. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2011.08.012>
- Mitchell, L., Flin, R., Yule, S., Mitchell, J., Coutts, K., & Youngson, G. (2013). Development of a behavioural marker system for scrub practitioners’ non-technical skills (SPLINTS system) : SPLINTS behavioural marker system. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 19(2), 317-323. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2753.2012.01825.x>
- Moffat, S., & Crichton, M. (2015). Investigating Non-Technical Skills through team behavioral markers in oil and gas simulation-based exercises. *Procedia Manufacturing*, 3, 1241–1247. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.259>

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336-341. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2010.02.007>
- Molinier, P. (2002). Le continent noir de la féminité : Sexualité et/ou travail ? *Cliniques méditerranéennes*, 66(2), 105-123. <https://doi.org/10.3917/cm.066.0105>
- Molinier, P. (2004). Psychodynamique du travail et rapports sociaux de sexe. *Travail et emploi*, 97, 79-91.
- Moll, M. C., & Péan, S. (2016). Une chambre des erreurs méthode frontière de simulation. *Risque Qual Milieu Soins*, 13(2), 109-116.
- Morrison, E. W. (2011). Employee Voice Behavior: Integration and Directions for Future Research. *The Academy of Management Annals*, 5(1), 373-412. <https://doi.org/10.1080/19416520.2011.574506>

N

- Naudin, D., Lenoir, M., & Brocker, L. (2012). *Rôles infirmiers, organisation du travail et interprofessionnalité*. Elsevier-Masson.
- Neill, M. A., & Wotton, K. (2011). High-Fidelity Simulation Debriefing in Nursing Education: A Literature Review. *Clinical Simulation in Nursing*, 7(5), 161-168. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2011.02.001>
- Nestel, D., Walker, K., Simon, R., Aggarwal, R., & Andreatta, P. (2011). Nontechnical Skills: An Inaccurate and Unhelpful Descriptor? *Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 6(1), 2-3. <https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e3182069587>
- Neyens, D. M., Bayramzadeh, S., Catchpole, K., Joseph, A., Taaffe, K., Jurewicz, K., Khoshkenar, A., & San, D. (2019). Using a systems approach to evaluate a circulating

nurse's work patterns and workflow disruptions. *Applied Ergonomics*, 78, 293-300.

<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.03.017>

Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Academic Press.

O

O'Brien, H. V., Marks, M. B., & Charlin, B. (2003). Le feedback (ou rétro-action) : Un

élément essentiel de l'intervention pédagogique en milieu clinique. *Pédagogie*

Médicale, 4(3), 184-191. <https://doi.org/10.1051/pmed:2003008>

Okuyama, A., Wagner, C., & Bijnen, B. (2014). Speaking up for patient safety by hospital-

based health care professionals: A literature review. *BMC Health Services Research*,

14(1), 61. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-14-61>

Onda, E. L. (2012). Situated Cognition: Its Relationship to Simulation in Nursing Education.

Clinical Simulation in Nursing, 8(7), 273-280.

<https://doi.org/10.1016/j.ecns.2010.11.004>

Oriot, D., & Alinier, G. (2019). *La simulation en santé-Le débriefing clés en mains*. Elsevier

Health Sciences.

P

Paillard, C. (2018). *Dictionnaire des concepts en sciences infirmières. Vocabulaire*

professionnel de la relation soignant-soigné. (4^o édition). Setes.

Pattni, N., Arzola, C., Malavade, A., Varmani, S., Krimus, L., & Friedman, Z. (2019).

Challenging authority and speaking up in the operating room environment: A narrative

synthesis. *British Journal of Anaesthesia*, 122(2), 233-244.

<https://doi.org/10.1016/j.bja.2018.10.056>

Pograjec, A., & Hubert, J. (2019). Le rôle de l'IBODE en chirurgie robotique urologique.

Progrès en Urologie, 29(15), 899-903.

- Policard, F. (2015). Optimiser le débriefing d'une séance de simulation en santé. *Soins Cadres*, 24(94), 51-54. <https://doi.org/10.1016/j.scad.2015.03.010>
- Pouchelle, M.-C. (2003). *L'hôpital corps et âme, essais d'anthropologie hospitalière* (Seli Arslan). Seli Arslan.
- Pouchelle, M.-C. (2008a). Regard d'une ethnologue sur le métier d'Ibode. <http://www.em-consulte.com/en/article/187980>
- Pouchelle, M.-C. (2008b). L'Ibode comme partenaire de soins. <http://www.em-consulte.com/en/article/187979>
- Pouchelle, M.-C. (2013). Avatars du pouvoir en pays de chirurgie. *Anthropologie et Sociétés*, 37(3), 63-81. <https://doi.org/10.7202/1024079ar>

R

- Rabol, L. I., Andersen, M. L., Ostergaard, D., Bjorn, B., Lilja, B., & Mogensen, T. (2011). Descriptions of verbal communication errors between staff. An analysis of 84 root cause analysis-reports from Danish hospitals. *BMJ Quality & Safety*, 20(3), 268-274. <https://doi.org/10.1136/bmjqs.2010.040238>
- Reason, J. (1991). *Human Error*. Cambridge University Press.
- Redaelli, I. (2018). Non-technical skills of the operating theatre circulating nurse: An ethnographic study. *Journal of Advanced Nursing*, 74(12), 2851-2859. <https://doi.org/10.1111/jan.13800>
- Riending, A. M. (2002). *Learning to learn* (Neal Schuman Publisher). http://uottawa.libguides.com/ld.php?content_id=13161372
- Robertson, J. M., Dias, R. D., Yule, S., & Smink, D. S. (2017). Operating Room Team Training with Simulation: A Systematic Review. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*, 27(5), 475-480. <https://doi.org/10.1089/lap.2017.0043>

Rouffet, M.-C. (2010). Les moteurs de la polyvalence au bloc opératoire. <http://www.em-consulte.com/en/article/267127>

Roussin, C. J., Larraz, E., Jamieson, K., & Maestre, J. M. (2018). Psychological Safety, Self-Efficacy, and Speaking Up in Interprofessional Health Care Simulation. *Clinical Simulation in Nursing*, 17, 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2017.12.002>

Rudolph, J. W., Raemer, D. B., & Simon, R. (2014). Establishing a Safe Container for Learning in Simulation: The Role of the Presimulation Briefing. *Simulation in Healthcare: Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 9(6), 339-349. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000047>

S

Sagnier, C., Loup-Escande, É., & Valléry, G. (2019). Acceptabilité de la réalité virtuelle : Une revue de la littérature. *Le travail humain*, 82(3), 183-212. <https://doi.org/10.3917/th.823.0183>

Salas, E., King, H., & Rosen, M. (2012). Improving teamwork and safety: Toward a practical systems approach, a commentary on Deneckere et al. *Social Science & Medicine*, 75(6), 986-989. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.02.060>.

Salmon, P., Stanton, N., Walker, G., & Green, D. (2006). Situation awareness measurement: A review of applicability for C4i environments. *Applied ergonomics*, 37(2), 225–238. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.02.001>

Sanders, D., & Welk, D. S. (2005). Strategies to scaffold student learning: Applying Vygotsky's zone of proximal development. *Nurse educator*, 30(5), 203–207. <https://doi.org/10.1097/00006223-200509000-00007>

Savoldelli, G. L., Naik, V. N., Park, J., Joo, H. S., Chow, R., & Hamstra, S. J. (2006). Value of Debriefing during Simulated Crisis Management Oral versus Video-assisted Oral

- Feedback. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*, 105(2), 279–285.
<https://doi.org/10.1097/00000542-200608000-00010>
- Sawyer, T., Sierocka-Castaneda, A., Chan, D., Berg, B., Lustik, M., & Thompson, M. (2012). The Effectiveness of Video-Assisted Debriefing Versus Oral Debriefing Alone at Improving Neonatal Resuscitation Performance: A Randomized Trial. *Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 7(4), 213-221.
<https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e3182578eae>
- Schwappach, D. (2018). Speaking up about hand hygiene failures: A vignette survey study among healthcare professionals. *American Journal of Infection Control*, 46(8), 870-875. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.02.026>
- Schwappach, D. L. B., & Gehring, K. (2014). ‘Saying it without words’: A qualitative study of oncology staff’s experiences with speaking up about safety concerns. *BMJ Open*, 4(5). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-004740>
- Scrub Practitioners’ List of Intraoperative Non-Technical Skills (SPLINTS)*. (2010). University of Aberdeen. www.abdn.ac.uk/iprc/splints
- Secheresse, T., Usseglio, P., Jorioz, C., & Habold, D. (2016). Simulation haute-fidélité et sentiment d’efficacité personnelle. Une approche pour appréhender l’intérêt de la simulation en santé. *Anesthésie & Réanimation*, 2(2), 88-95.
<https://doi.org/10.1016/j.anrea.2015.10.015>
- Sevdalis, N., Undre, S., Henry, J., Sydney, E., Koutantji, M., Darzi, A., & Vincent, C. A. (2009). Development, initial reliability and validity testing of an observational tool for assessing technical skills of operating room nurses. *International Journal of Nursing Studies*, 46(9), 1187-1193. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2009.03.002>
- Sharma, B., Mishra, A., Aggarwal, R., & Grantcharov, T. P. (2011). Non-technical skills assessment in surgery. *Surgical oncology*, 20(3), 169–177.

- Simon, R., Raemer, D., & Rudolph, J. (2010). *Debriefing assessment for simulation in healthcare (DASH) rater's handbook*. Boston, MA: Center for Medical Simulation.
<https://harvardmedsim.org/debriefing-assessment-for-simulation-in-healthcare-dash-french/>
- Simons, D. J. (2000). Attentional capture and inattention blindness. *Trends in cognitive sciences*, 4(4), 147–155. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01455-8](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01455-8)
- Sneddon, A., Mearns, K., & Flin, R. (2006). Situation awareness and safety in offshore drill crews. *Cognition, Technology & Work*, 8(4), 255-267. <https://doi.org/10.1007/s10111-006-0040-1>
- Spanager, L., Lyk-Jensen, H. T., Dieckmann, P., Wettergren, A., Rosenberg, J., & Østergaard, D. (2012). Customization of a tool to assess Danish surgeons' non-technical skills in the operating room, 59(11).
- Spencer, F. (1978). Teaching and measuring surgical techniques: The technical evaluation of competence. *Bull Am Coll Surg*, 63(3), 9–12.
- Steinemann, S., Berg, B., DiTullio, A., Skinner, A., Terada, K., Anzelon, K., & Ho, H. C. (2012). Assessing teamwork in the trauma bay: Introduction of a modified “NOTECHS” scale for trauma. *The American Journal of Surgery*, 203(1), 69-75.
<https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2011.08.004>
- Stone, R. J., Guest, R., Mahoney, P., Lamb, D., & Gibson, C. (2017). A « mixed reality » simulator concept for future Medical Emergency Response Team training. *Journal of The Royal Army Medical Corps*, 163(4), 280-287. <https://doi.org/10.1136/jramc-2016-000726>
- Stone-Romero, E. F., Stone, D. L., & Salas, E. (2003). The Influence of Culture on Role Conceptions and Role Behavior in Organisations. *Applied Psychology*, 52(3), 328-362. <https://doi.org/10.1111/1464-0597.00139>

Sumak, B., Polancic, G., & Hericko, M. (2010). *An Empirical Study of Virtual Learning Environment Adoption Using UTAUT*. Second International Conference on Mobile, Hybrid, and On-Line Learning, Saint Marteen, Netherlands Antilles, 17-22.

<https://doi.org/10.1109/eLmL.2010.11>

Sutcliffe, K. M., Lewton, E., & Rosenthal, M. M. (2004). Communication Failures: An Insidious Contributor to Medical Mishaps: *Academic Medicine*, 79(2), 186-194.

<https://doi.org/10.1097/00001888-200402000-00019>

T

Taylor, R. M. (1990). Situation awareness rating technique (SART): the development of a tool for aircrew systems design. In *Situational Awareness in Aerospace Operations*. France: Neuilly sur-Seine, NATO-AGARD.

Taylor, D., Patel, V., Cohen, D., Aggarwal, R., Kerr, K., Sevdalis, N., Batrick, N., & Darzi, A. (2011). Single and multi-user virtual patient design in the virtual world. *Studies in Health Technology and Informatics*, 163, 650-652. <https://doi.org/PMID:21335873>

Tesnière, A., Rist, S., & Riom, I. (2018). *Stratégie de transformation du système de santé. Rapport final : Adapter les formations aux enjeux du système de santé*. Ministère des Solidarités et de la Santé.

Triola, M. M., Campion, N., McGee, J. B., Albright, S., Greene, P., Smothers, V., & Ellaway, R. (2007). An XML standard for virtual patients: Exchanging case-based simulations in medical education. *AMIA Annual Symposium Proceedings*, 2007, 741-745.

Tschan, F., Semmer, N. K., Gurtner, A., Bizzari, L., Spychiger, M., Breuer, M., & Marsch, S. U. (2009). Explicit Reasoning, Confirmation Bias, and Illusory Transactive Memory: A Simulation Study of Group Medical Decision Making. *Small Group Research*, 40(3), 271-300. <https://doi.org/10.1177/1046496409332928>

U

Ulmer, F. F., Sharara-Chami, R., Lakissian, Z., Stocker, M., Scott, E., & Dieckmann, P. (2018). Cultural Prototypes and Differences in Simulation Debriefing. *Simulation in Healthcare, 13*(4), 239-246. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000320>

V

Vadcard, L. (2013). Étude didactique de la dialectique du travail et de la formation au bloc opératoire. *Éducation et didactique, 7*(1), 117-146. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.1598>

Van der Sluis, P. C., Ruurda, J. P., van der Horst, S., Goense, L., & van Hillegersberg, R. (2018). Learning Curve for Robot-Assisted Minimally Invasive Thoracoscopic Esophagostomy: Results from 312 Cases. *The Annals of Thoracic Surgery, 106*(1), 264-271. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2018.01.038>

Van Dyke, A. (2016). It's time to mandate team training in US hospitals. *Journal of Health Care Finance.* <http://healthfinancejournal.com/~junland/index.php/johcf/article/view/94>

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly, 27*(3), 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>

Venkatesh, V., Thong, J. Y., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS quarterly, 36*(1), 157–178. <https://doi.org/10.2307/41410412>

Verkuyl, M., Lapum, J. L., Hughes, M., McCulloch, T., Liu, L., Mastrilli, P., Romaniuk, D., & Betts, L. (2018). Virtual Gaming Simulation: Exploring Self-Debriefing, Virtual

Debriefing, and In-person Debriefing. *Clinical Simulation in Nursing*, 20, 7-14.

<https://doi.org/10.1016/j.ecns.2018.04.006>

Volk, M. S. (2017). Improving Team Performance Through Simulation-Based Learning.

Otolaryngologic Clinics of North America, 50(5), 967-987.

<https://doi.org/10.1016/j.otc.2017.05.008>

Vu, N. V., & Barrows, H. S. (1994). Use of standardized patients in clinical assessments:

Recent developments and measurement findings. *Educational Researcher*, 23(3), 23–30.

W

Watters, C., Reedy, G., Ross, A., Morgan, N. J., Handslip, R., & Jaye, P. (2015). Does

interprofessional simulation increase self-efficacy: A comparative study. *BMJ Open*, 5(1), 5472-5472. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-005472>

Wiegmann, D. A., ElBardissi, A. W., Dearani, J. A., Daly, R. C., & Sundt, T. M. (2007).

Disruptions in surgical flow and their relationship to surgical errors: An exploratory investigation. *Surgery*, 142(5), 658-665. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2007.07.034>

Williams, M. D., Rana, N. P., Dwivedi, Y. K., & Lal, B. (2011). *Is UTAUT really used or just*

cited for the sake of it? A systematic review of citations of UTAUT's originating article. European Conference on Information Systems, Helsinki, Finland.

<http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1230&context=ecis2011>

Wilson, G. (2012). Redesigning OR Orientation. *AORN Journal*, 95(4), 453-462.

<https://doi.org/10.1016/j.aorn.2012.01.022>

Wolfe Morrison, E., & Milliken, F. J. (2003). Speaking Up, Remaining Silent: The Dynamics of Voice and Silence in Organizations. *Journal of Management Studies*, 40(6),

1353-1358. <https://doi.org/10.1111/1467-6486.00383>

Y

Youngson, G. G. (2011). Teaching and assessing non-technical skills. *The Surgeon*, 9, 35-37.

<https://doi.org/10.1016/j.surge.2010.11.004>

Yule, S., Flin, R., Maran, N., Rowley, D., Youngson, G., & Paterson-Brown, S. (2008).

Surgeons' Non-Technical Skills in the Operating Room: Reliability Testing of the NOTSS Behavior Rating System. *World Journal of Surgery*, 32(4), 548-556.

<https://doi.org/10.1007/s00268-007-9320-z>

Yule, S., Flin, R., Paterson-Brown, S., Maran, N., & Rowley, D. (2006). Development of a rating system for surgeons' non-technical skills. *Medical Education*, 40(11),

1098-1104. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2006.02610.x>

Z

Zenatti, M., & Yule, S. J. (2017). *Enhancing surgical performance by optimal non-technical skills*. VHA National Surgery Office Webinar.

Zigmont, J. J., Kappus, L. J., & Sudikoff, S. N. (2011). The 3D Model of Debriefing:

Defusing, Discovering, and Deepening. *Seminars in Perinatology*, 35(2), 52-58.

<https://doi.org/10.1053/j.semperi.2011.01.003>

ANNEXES

Annexe 1 : Accord du Comité d’Ethique du CHU



COMITE D’ETHIQUE DU CHU

Dr Vincent MOREL
Praticien Hospitalier
☎ 02 99 87 35 53
Fax 02 99 87 35 54
comite.ethique@chu-rennes.fr

Dr Pierre-Louis Hénaux
Praticien Hospitalier
Service de Neurochirurgie
Hôpital Pontchaillou

Avis n° 16.137

Rennes, le 23/12/16

Monsieur et cher Confrère,

Après étude du projet de recherche

<p style="text-align: center;">SunSET « Scrub Nurse Non-Technical Skills Training System » Développement d’un outil de simulation aux compétences-non techniques pour les infirmiers de bloc opératoire</p>
--

Le comité d’éthique du CHU de Rennes estime que ce projet de recherche ne contrevient pas à l’éthique médicale.

Cet avis du comité d’éthique a été émis à l’unanimité de ses membres présents.

En vous souhaitant bonne réception.

Veuillez agréer, Monsieur et cher Confrère, l’expression de ma considération la meilleure.

Pour le comité d’éthique

Vincent Morel

CHU Rennes Hôtel-Dieu – 2 rue de l’Hôtel-Dieu – CS 26419 – 35064 Rennes Cedex - ☎ 02.99.87.35.53

Annexe 2 : Grille d'entretien IBODE

ENTRETIEN IBODE

1. Métier IBODE

- Qu'est-ce qu'une IBODE ?
- Quelles sont pour vous les qualités d'une IBODE ?

Nous envisageons de créer un dispositif de formation en RV destiné à développer les compétences non techniques des infirmières de bloc opératoire.

2. Questions :

- Pour vous, cela évoque quoi le terme de compétences non techniques ?
- A votre avis, dans quelles situations ces compétences sont-elles importantes au bloc opératoire ?
- Avez-vous déjà suivi une formation sur ce sujet ?
- Avez-vous un exemple de situation avec un lien entre évènement problématique (ou évènement indésirable) et compétences non techniques ?

Annexe 3 : Feuille PICOS pour l'écriture de l'équation de recherche

Question	Quelle utilisation de la réalité virtuelle lors de séances de simulation pour le développement des compétences non techniques des soignants ?
Concept 1 Population	Soignants (infirmières, chirurgiens, médecins, étudiants)
Concept 2 Intervention	Formation, training
Concept 3 Comparaison	Réalité virtuelle, simulation
Concept 4 Résultat (outcome)	NTS

Termes de recherche

	CONCEPT 1 Population Patient Problème	CONCEPT 2 Intervention	CONCEPT 3 Comparaison Contrôle Comparateur	CONCEPT 4 Résultat	CONCEPT 5 Limites (langue, type d'étude...)
	AND	AND	AND	AND	
OR	nurs*	skills training	virtual reality	Non technical skill*	anglais
OR	scrub nurse	training	virtual *	cognitive skill*	peer reviewed
OR	surgeon*	medical education	virtual gaming simulation	team*	10 ans (2007)
OR	medical student		immers*	leadership	
OR	nursing student		serious game	communicat*	
OR	health*			situation awareness	
OR	clinical			decision making	
OR				task management	
OR					

Ressources

Bases de données à utiliser	PsycInfo Medline
------------------------------------	---------------------

Sources :

Search_Strategy_Worksheet_FR.pdf, récupéré le 11 janvier 2017 sur

http://uottawa.libguides.com/ld.php?content_id=13161372

Form-PICO-strategie-draft2.pdf, récupéré le 11 janvier 2017 sur

<http://lgdata.s3-website-us-east-1.amazonaws.com/docs/270/1108432/form-PICO-strategie-draft2.pdf>

Annexe 4 : Formulaire d'information et de consentement

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT

Vous êtes invité(e) à participer à un projet de recherche. Le présent document vous renseigne sur les modalités de ce projet de recherche. S'il y a des mots ou des paragraphes que vous ne comprenez pas, n'hésitez pas à poser des questions aux chercheurs responsables du projet.

Pour participer à ce projet de recherche, vous devrez signer le consentement à la fin de ce document et nous vous en remettrons une copie signée et datée.

Titre du projet de recherche :

SunSET

« Scrub Nurse Non-Technical Skills Training »

Développement d'un outil de simulation aux compétences-non techniques pour les infirmier(e)s de bloc opératoire

Participants à ce projet de recherche :

- **Pierre Jannin, MediCIS, LTSI, Inserm, Rennes (Chef de Projet)**
- Bernard Gibaud, MediCIS, LTSI, Inserm Rennes
- Marie Le Duff, MediCIS, LTSI, Inserm Rennes
- Valérie Gouranton, INSA Rennes, Hybrid, IRISA/Inria, Rennes
- Bruno Arnaldi, INSA Rennes, Hybrid, IRISA/Inria, Rennes
- Alexandre Audinot, INSA Rennes, Hybrid, IRISA/Inria, LTSI, Inserm, Rennes
- Benoit Caillaud, HYCOMES, IRISA/Inria, Rennes
- Estelle Michinov, LP3C, Rennes
- Marie-Stéphanie Bracq, LP3C, Rennes
- Laurent Riffaud, MediCIS, LTSI, Inserm, Service de Neurochirurgie, CHU Rennes
- Emmanuelle Mondin, IBODE, Service de Neurochirurgie, CHU Rennes
- Bénédicte Nogues, IBODE, Service de Neurochirurgie, CHU Rennes

Objectifs du projet :

L'objectif de ce projet est de développer un système de simulation en réalité virtuelle permettant l'apprentissage des compétences pour les infirmier(e)s de bloc opératoire.

Déroulement de l'étude :

L'étude se déroulera en plusieurs phases tout au long du projet SunSET de décembre 2016 à Décembre 2019 sur le site de Rennes.

Raison et nature de votre participation à l'étude :

En tant qu'élève infirmier(e), infirmier(e) diplômé(e) d'état ou infirmier(e) de bloc opératoire diplômée d'état, vous êtes invité(e) à participer à cette étude. Vous aurez peut-être l'occasion d'utiliser cet outil de simulation dans votre formation initiale ou continue.

Avantages pouvant découler de la participation à l'étude :

Votre participation à ce projet de recherche vous apportera l'avantage de mieux comprendre l'importance du facteur humain au bloc opératoire et développer vos compétences non techniques. A cela s'ajoute le fait que votre participation contribuera à l'avancement des recherches sur le développement d'outils de simulation basés réalité virtuelle et d'outils de simulation de compétences non techniques.

Inconvénients pouvant découler de la participation à l'étude :

Votre participation à ce projet de recherche ne doit pas comporter d'inconvénients significatifs, si ce n'est le fait de donner un peu de votre temps. Lors de l'utilisation du système, certaines personnes peuvent être sujettes à des symptômes de cynétose tels que nausée ou vertiges. Si vous vous sentez mal, veuillez-nous en informer au plus vite afin d'arrêter l'expérimentation en cours.

Droit de retrait sans préjudice

Votre participation à ce projet de recherche est volontaire. Vous êtes donc libre de refuser d'y participer. Vous pouvez également vous retirer de ce projet à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raisons, en faisant connaître votre décision au chercheur responsable du projet ou à l'un des autres membres affectés au projet.

Confidentialité, partage, surveillance et publications

L'information recueillie reste anonyme de sorte que les participants ne peuvent être identifiés. Les informations communiquées sont, dans l'ensemble, de nature statistique, et chaque commentaire que vous ferez, même écrit sur des documents, sera présenté de manière anonyme.

Les chercheurs utiliseront les données recueillies à des fins de recherche dans le but de répondre aux objectifs scientifiques du projet décrits dans le présent formulaire d'information et de consentement.

Les données anonymes pourront être publiées dans des revues spécialisées ou faire l'objet de discussions scientifiques.

Enregistrement vidéo

Votre séance de simulation en environnement de réalité virtuelle sera filmée.

Les films seront analysés par les chercheurs. Certaines séquences de ces films pourront ensuite être utilisées par les chercheurs impliqués dans l'étude pour mieux comprendre les processus d'apprentissage des apprenants dans cet outil de simulation ou pour mieux comprendre les mécanismes sous-tendant cette interface homme-machine.

J'autorise les chercheurs à utiliser mon image sur une photo et/ou support vidéo ou multimédia dans le cadre de communications ou publications relatives à cette étude.

Oui

Non

Résultats de la recherche et publication

Si vous souhaitez être informé(e) des résultats de la recherche et des publications qui peuvent en découler, merci de nous le signaler. Nous préserverons l'anonymat des personnes ayant participé à l'étude.

Si vous avez des questions concernant le projet de recherche ou un problème que vous croyez relié à votre participation au projet de recherche, vous pouvez communiquer avec le(s) chercheur(s) responsable(s) du projet de recherche au numéro suivant : **02 23 23 47 18** ou par mail : marie-stephanie.bracq@univ-rennes2.fr.

A _____ le _____

Nom et signature du participant :

Signature de l'investigateur :

Annexe 5 : Questionnaire 1 étude acceptabilité

N°PASSATION :

QUESTIONNAIRE 1

Les données recueillies serviront uniquement pour cette étude

Vous

1 - Votre âge :

2 - Vous êtes : un homme une femme

3 – Vous êtes : gaucher(e) droitier(e) ambidextre

Votre travail actuel

3 - Quel est l'intitulé de votre poste actuel ?	
4 - Dans quel service exercez-vous ?	
5 - Quelle est votre ancienneté dans ce poste (nombre d'années) ?	

Utilisation de la réalité virtuelle

	1- Oui	2- Non
1 - Jouez-vous à des jeux vidéo ?		
2 - Avez-vous déjà utilisé la réalité virtuelle (ex : jeu, visite d'exposition, aménagement d'intérieur, simulateur de conduite) ?		

Intérêt pour la technologie

Personnal Innovativeness (Agarwal & Karahanna, 2000)

Merci d'indiquer votre accord avec les affirmations suivantes

1 : pas du tout d'accord, 2 : pas d'accord, 3 : moyennement d'accord, 4 : d'accord, 5 : tout à fait d'accord

	1	2	3	4	5
1 - De mon point de vue, la réalité virtuelle peut être utile pour la formation					
2 - Quand j'entends parler d'une nouvelle technologie, je me débrouille pour pouvoir l'essayer					
3 - En général, j'hésite à essayer de nouvelles technologies de l'information					
4 - Parmi mes collègues, je suis généralement le/la premier(ère) à essayer de nouvelles technologies					
5 - J'aime expérimenter de nouvelles technologies de l'information					

Annexe 6 : Questionnaire 2 étude acceptabilité

N°PASSATION :

QUESTIONNAIRE 2

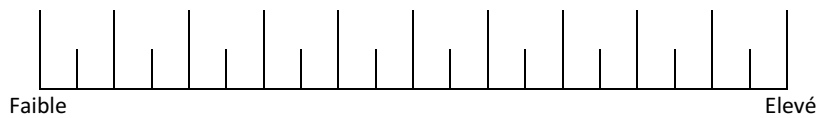
ESTIMATION DE LA CHARGE PERCUE

NASA TLX (Hart & Staveland, 1988)

Concernant la tâche qui vous a été demandée, merci de vous positionner sur l'échelle suivante :

1- Exigence mentale :

A quel point la tâche était-elle exigeante mentalement (nécessitant beaucoup d'attention) ?



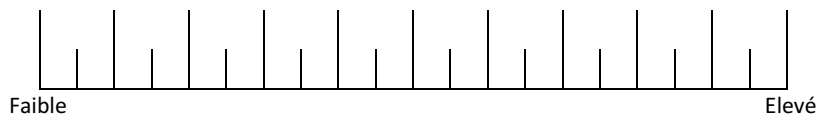
2- Exigence physique :

A quel point la tâche était-elle exigeante physiquement ?



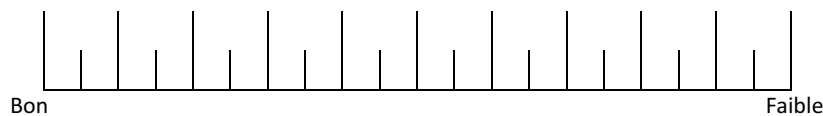
3- Exigence temporelle :

A quel point le rythme à suivre dans la réalisation de la tâche était-il soutenu ?



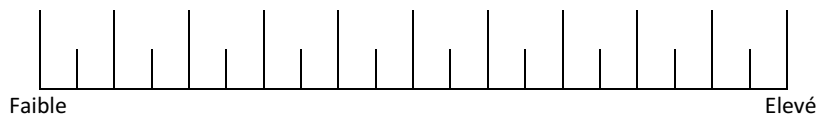
4- Performance :

Quel niveau de réussite pensez-vous avoir atteint dans l'accomplissement de la tâche ?



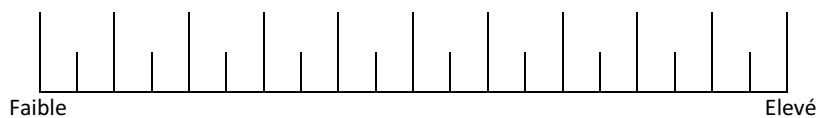
5- Effort :

Quel degré d'effort avez-vous du fournir pour réaliser la tâche ?



6- Frustration / anxiété :

A quel degré vous êtes-vous senti(e) découragé(e), irrité(e), stressé (e)?



SENTIMENT D'IMMERSION

SUS Questionnaire (Slater, Usoh, & Steel, 1994)

Les différentes affirmations qui suivent évaluent votre sentiment d'immersion dans le système, entourez pour chaque affirmation ce sentiment sur une échelle de 1 à 7 :

1. J'éprouvais le sentiment d'être à l'intérieur du bloc opératoire virtuel :

1	2	3	4	5	6	7
Pas du tout, jamais						Vraiment beaucoup, énormément

2. Pendant l'expérience, par moment, le bloc opératoire devenait la réalité pour moi :

1	2	3	4	5	6	7
Jamais, à aucun moment						Presque tout le temps

3. Quand je me remémore l'expérience, le bloc opératoire virtuel me semble plus être :

1	2	3	4	5	6	7
Des images que j'ai vues						Un endroit où je suis allé(e)

4. De manière générale pendant l'expérience, j'avais le fort sentiment d'être :

1	2	3	4	5	6	7
Dans le monde réel (salle d'expé)						Dans le bloc monde virtuel (bloc virtuel)

5. Je me remémore le bloc opératoire virtuel d'une manière similaire aux autres endroits dans lesquels je me suis rendu(e) aujourd'hui :

1	2	3	4	5	6	7
Pas du tout						Vraiment beaucoup

6. Pendant l'expérience, j'ai souvent pensé que j'étais vraiment dans le bloc opératoire :

1	2	3	4	5	6	7
Jamais						Très souvent

VOTRE PERCEPTION DU SYSTEME

Items issus et adaptés de l'Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT2

(Venkatesh, Thong, & Xu, 2012)

Merci d'indiquer votre accord avec les affirmations suivantes sur une échelle de 1 : pas du tout d'accord à 7 : tout à fait d'accord

	1 Pas du tout d'accord	2	3	4	5	6	7 Tout à fait d'accord
1- Je trouve que l'utilisation de cet environnement d'apprentissage est utile pour la formation							
2- Cet environnement d'apprentissage permet d'apprendre plus rapidement							
3- Cet environnement permet d'être plus efficace dans l'apprentissage							
4- Il est facile d'apprendre à utiliser cet environnement							
5- Mes interactions avec cet environnement d'apprentissage sont claires et compréhensibles							
6- Cet environnement d'apprentissage est facile à utiliser							
7- Peu d'efforts sont nécessaires pour être à l'aise dans cet environnement d'apprentissage							
8- Mes supérieurs hiérarchiques pensent que je devrais me former avec cet environnement d'apprentissage							
9- Mes collègues seront favorables à cet environnement d'apprentissage							
10- L'hôpital sera favorable à l'utilisation de cet environnement d'apprentissage							
11- L'hôpital peut mettre à disposition les ressources nécessaires pour utiliser cet environnement d'apprentissage							
12- Je dispose des connaissances nécessaires pour me former avec cet environnement d'apprentissage							

	1 Pas du tout d'accord	2	3	4	5	6	7 Tout à fait d'accord
13- Cet environnement d'apprentissage me semble compatible avec les modes de formation utilisées à l'hôpital							
14- Je peux disposer d'aide (ex : personne ressource) si j'ai des difficultés à utiliser cet environnement d'apprentissage							
15- C'est amusant d'utiliser cet environnement d'apprentissage							
16- J'ai aimé apprendre dans ce nouvel environnement							
17- Cet environnement d'apprentissage est divertissant							
18- En supposant qu'il soit disponible dans mon service, je serai prêt(e) à réutiliser cet environnement d'apprentissage							
19- Je serai prêt(e) à utiliser cet environnement d'apprentissage pour une autre formation							
20- Si j'en avais l'opportunité, je conseillerais cet environnement d'apprentissage à mes collègues							

Merci d'indiquer votre accord avec l'affirmation suivante

1 : pas du tout d'accord, 2 : pas d'accord, 3 : moyennement d'accord, 4 : d'accord, 5 : tout à fait d'accord

	1	2	3	4	5
21 - De mon point de vue, la réalité virtuelle peut être utile pour la formation					

VOTRE SENSATION GENERALE

Items issus du Simulator Sickness Questionnaire (Kennedy,1993),

Merci d'évaluer tout changement vous concernant entre le début et la fin de cette séance de simulation en cochant la case correspondante :

	1 Aucun signe	2 Léger	3 Modéré	4 Sévère
1- Malaise général				
2- Fatigue				
3- Mal de tête				
4- Fatigue oculaire				
5- Difficulté d'accommodation				
6- Sueur				
7- Nausée / vomissement				
8- Difficulté de concentration				
9- « Tête lourde »				
10- Vision floue				
11- Etourdissement Yeux Ouverts				
12- Etourdissement Yeux Fermés				
13- Vertige				

QUESTIONS LIBRES

Donnez 3 raisons qui font que vous souhaiteriez utiliser à nouveau ce système :

- 1
- 2
- 3

Donnez 3 raisons qui font que vous ne souhaiteriez pas utiliser à nouveau ce système :

- 1
- 2
- 3

MERCI POUR VOTRE PARTICIPATION !

Annexe 7 : Protocole étude acceptabilité

1. Accueil

Bonjour, merci de votre participation à cette évaluation d'un environnement virtuel.

Avant de commencer, nous allons vous demander de bien vouloir remplir un questionnaire afin de recueillir quelques informations générales.

Les données concernant ce questionnaire comme toutes celles liées à cette séance d'évaluation serviront uniquement pour cette étude et resteront anonymes et confidentielles.

Formulaire de consentement et passation du questionnaire 1

Notre objectif est d'évaluer la capacité de l'environnement virtuel conçu par notre équipe à représenter la réalisation d'actions simples en vue de concevoir un outil de formation.

Vous allez participer à 2 simulations.

L'objectif de la première est de vous familiariser avec la réalité virtuelle et avec les gestes que vous serez amené(e) à réaliser.

Tout d'abord, nous allons vous montrer un film de présentation de la réalité virtuelle et des gestes à réaliser.

Film de présentation

2. Consignes 1° scénario

Comme dans le film de présentation, la tâche que vous devez réaliser est le montage de 4 poupées russes les unes dans les autres, en commençant par la poupée rouge. Puis, sur le plateau, vous devrez prendre la pince et mettre les sucres dans la tasse, poser la pince sur le tissu et le replier. Ensuite, vous devrez couper la feuille de papier posée et enfin déplacer le plateau à l'autre bout de la table. Comme dans le film, l'environnement vous guide dans la réalisation de ces tâches.

Afin de recueillir des données, vous serez filmé(e) pendant l'exécution de ces tâches. Ce film et toutes les données vous concernant resteront anonymes et confidentielles.

Il n'y a pas de score à réaliser. Il s'agit d'une prise en main de l'outil. Quoi qu'il arrive, l'expérience sera stoppée au bout de 10 minutes.

Si besoin, vous pouvez nous demander de l'aide en plus de celle qui est disponible dans l'environnement virtuel.

Nous allons maintenant vous équiper du casque et des manettes.

Vérifiez que les mains correspondent bien aux vôtres (MD/MD et MG/MG).

Arrivez-vous à lire le message facilement ?

- si non, réadapter la position du casque,

- si oui : pour lancer le début de la simulation, vous devez faire disparaître le message d'aide. Cela donne le signal de départ. C'est à vous

Lancement du scénario 1.

Court débrief : Tout va bien ? Comment vous sentez-vous ? Pour être plus à l'aise, vous allez maintenant refaire ce scénario.

Lancement du scénario 1.

Court débrief : Tout va bien ? Comment vous sentez-vous ? Etes-vous prêt(e) pour la seconde simulation ?

3. Consignes 2nd scénario

L'objectif de cette seconde simulation est d'évaluer la capacité d'un environnement virtuel en cours de développement à représenter des procédures professionnelles. Il ne s'agit pas d'évaluer la dextérité ou la précision des gestes mais les procédures.

Vous êtes au bloc, en cours de préparation de la table d'instrumentation en vue d'une craniotomie.

Votre rôle est donc de prendre les instruments dans la boîte et de prendre les objets que vous tendra la circulante afin de les positionner sur la table. Comme dans la simulation précédente, l'environnement vous guide dans la réalisation de ces tâches.

Afin de recueillir des données, vous serez filmé(e) et comme pour la simulation précédente, le film et toutes les données vous concernant restent anonymes et confidentielles.

Le temps estimé pour cette partie de préparation de la table est d'une quinzaine de minutes.

Il n'y a pas de bonne méthode de réalisation ni de score à réaliser. Où que vous en soyez dans la réalisation, l'expérience sera stoppée au bout de 20 minutes maximum.

Vous devez compléter cette expérience en autonomie, sans nous poser de question. Nous vous rappelons que vous pouvez faire apparaître l'aide dans l'environnement virtuel. Attention : l'aide indique les actions possibles, elles ne sont pas nécessairement à faire dans l'ordre. Vous pouvez aussi vous fier au code couleur des objets ou des emplacements : les clignotements en bleu ou en vert indiquent qu'une action est possible.

A l'issue, nous vous demanderons de compléter un questionnaire.

Point de vocabulaire pour les non-soignants :

Cadre = petit portique avec des instruments, sur la table.

Pack d'ouverture = tissus bleu avec des instruments à votre droite, sur la table.

Passation du questionnaire 2

Entretien de débriefing du prétest

4. Grille d'entretien étude acceptabilité

RV

- Ressenti global

Vidéo de consignes

- Compréhension globale
- Vitesse
- Densité des informations
- Présentation des actions
- Explications données (suffisantes ? insuffisantes ?)

Manip Poupées Russes

- Présentation des tâches (clair ? pas clair ?)
- Mémorisation des tâches
- Utilisation de l'aide ? Pour quoi ou pour quelle tâche ?
- Réalisation des tâches (difficile ? facile ?)
- Objectif de prise en main de l'outil (atteint = à l'aise avec l'outil à la fin ? pas atteint ?)

Manip dans le bloc

- Nouveauté : visage avatar circulante. Surprise ? Compréhension ?
- Présentation des tâches (clair ? pas clair ?)
- Utilisation de l'aide ? Pour quoi ou pour quelle tâche ?
- Réalisation des tâches (difficile ? facile ?)
- Objectif de représentation d'un environnement pour la formation (atteint ? pas atteint ?)

Questionnaires

- Remarques ?
- Items : difficultés ?

Remarques générales

- Points positifs
- Points bloquants
- Suggestions

Dernier point

Merci de ne pas communiquer sur cette simulation avec vos collègues.

Annexe 8 : Détail des erreurs

ERREUR	Nature du risque	Anomalies	Niveau de risque	RISQUE MODERE	RISQUE ELEVE
ERR1	Erreur d'identité	Planche étiquettes	3.75	1	
ERR2	Lésions trophiques à type de brûlure	Electrode neutre du GHF mal positionnée	3.25	1	
ERR3	Risque de rupture de continuité de soin	Absence neuronavigation	3.75	1	
ERR4	Risque de rupture de continuité de soin	Absence instrument (tuyau d'aspiration)	4		1
ERR5	Risque de rupture de continuité de soin	Absence instrument (console moteur)	4.25		1
ERR6	Risque de rupture de continuité de soin	Boite rachis (supplémentaire mais inutile)	2.5	1	
ERR7	Risque infectieux	Flacon antiseptique non-alcoolique périmé	3.5	1	
ERR8	Risque infectieux	Flacon antiseptique alcoolique ouvert	3	1	
ERR9	Risque infectieux	Compresse périmées	3.5	1	
ERR10	Risque infectieux et risque rupture continuité de soin	Pack microchirurgie non stérilisé	4.75		1
ERR11	Risque infectieux	Cupules non stériles	4.75		1
ERR12	Risque infectieux	Boite cerveau non stérile	4.75		1
ERR13	Risque infectieux et risque rupture continuité de soin	Pb de scellé sur boite craniotome	4.75		1
ERR14	Risque infectieux si proche des tables stériles et risque de gêne	Poubelle	3.5	1	
ERR15	Risque infectieux ?	Etuve	3.75	1	
ERR16	Risque infectieux	Port de bijoux	3.75	1	
ERR17	Risque infectieux	Masque	3.75	1	
ERR18	Risque infectieux	Cheveux	3.75	1	
ERR19	Risque médicamenteux	Ampoule lidocaïne 2%	4.25		1

Annexe 9 : Dossier patient Bloc des erreurs

Dr X, Neurochirurgien

Hôpital de Z

Au Dr Y, médecin généraliste, ville de W

Mon cher confrère,

Je vois ce jour en consultation Mr Dupond Jean, né le 12/07/1955.

Ce patient est droitier, marié et père de deux enfants. Il est retraité et travaillait auparavant en tant qu'agent d'entretien dans un collège.

Il a comme antécédents chirurgicaux une arthroplastie totale de hanche à gauche et comme antécédent médical une hypertension artérielle traitée. Il n'a pas d'allergies connues.

Depuis plusieurs mois il se plaint de céphalées légères en région frontale gauche et son épouse l'accompagnant à la consultation rapporte des changements dans son comportement depuis quelques semaines avec une indifférence s'installant notamment.

L'examen neurologique est par ailleurs normal sans déficit sensitivomoteur. Les réflexes ostéotendineux sont tous présents.

Il a eu un scanner puis une IRM encéphalique mettant en évidence un volumineux méningiome de la convexité frontale gauche avec un discret œdème périlésionnel expliquant à mon sens bien sa symptomatologie.

Je l'ai rassuré tout d'abord quant à la nature très probablement bénigne de cette tumeur. Je lui ai dit qu'à mon sens il convenait de proposer une intervention chirurgicale d'exérèse étant donné le volume de ce méningiome et devant son caractère symptomatique. Je lui ai expliqué les modalités et risques de l'intervention chirurgicale.

Je lui laisse le temps de la réflexion.

Bien fraternellement.

Dr X

Hopital Z	Méningiome	Codificatio n :	BO IT XX
		Version :	1
Service émetteur :	Bloc NEUROCHIRURGIE	Date d'application :	09/08 /2016
		Pages :	288/306

<u>Rédacteur(s)</u>	<u>Approbateur(s)</u> (signature - date)	<u>Gestionnaire</u>	<u>Destinataire(s)</u>
Equipe IBO	Cadre de santé Chef de service	Equipe IBO	Bloc Opératoire NEUROCHIRURGIE

INSTRUMENTATION :

OUI NON

INSTALLATION (cf prescription opératoire dans Dx bloc - + voir fiches installations) :

<input checked="" type="checkbox"/> DD	½ Assis	Tête à fer à cheval
DL	Tête à patins	Transat
DV	<input checked="" type="checkbox"/> Tête à pointe	<input checked="" type="checkbox"/> Table pont
DVZ		

EQUIPEMENT :

<input checked="" type="checkbox"/> Bistouri	<input checked="" type="checkbox"/> Aspiration	Sonastar	NIM
Garrot	Amplificateur	Neuronavigation 3D	<input checked="" type="checkbox"/> Générateur <input checked="" type="checkbox"/> monopolaire
<input checked="" type="checkbox"/> Microscope NCH	<input checked="" type="checkbox"/> Générateur bipolaire	Robot Rosa	Générateur lumière froide
Colonne vidéo	<input checked="" type="checkbox"/> Console moteur <input checked="" type="checkbox"/> anspace	Laveur de Dessi	

BOITES (instrumentation – ancillaire) :

Cerveau	craniotome
microchir	

DISPOSITIFS MEDICAUX IMPLANTABLES :

Tisseel +/-	Plastie de dure-mère +/-
-------------	--------------------------

MATERIEL SPECIFIQUE :

CONSOMMABLES ET LIGATURES :

* 2 lames 23	* Surgicel	*1 aiguille verte	*1 lidocaïne adréalinée 1%	*1 tête de trépan UU
* 1 lame 15	* +/- surgicel fibrillaire	* 1 aiguille rose	* antiseptique	* 1 craniotome moyen
* cire	* 1 seringue LL 20 cc	* 2 pipettes sérum phy (20 cc)	* clips de weck en salle	* 1 mèche
* premicron 3/0 ou corolène 4/0 13 mm		* novosyn 0 si muscle	* novosyn 2/0 x2	
* premicron 1x2		* velosorb 3/0		

MATERIEL STERILE

01.22 – Dossier Neurochirurgie – NEUROCHIR – Fiche opératoire PROG
 [Interne en chirurgie] – Date semaine précédant exercice (2- En Cours)

PROGRAMMATION OPERATOIRE NCH

Type de fiche	NEUROCHIR-FICHE PROGRAMMATION
---------------	-------------------------------

PRE-OPERATOIRE

<u>Intervention prévue</u>	Méningiome de la convexité
----------------------------	----------------------------

Bilan opérabilité	oui
-------------------	-----

<u>RISQUE PRION</u>	Non
---------------------	-----

PREPARATION INTERVENTION

Position	Décubitus dorsal tête tournée vers la droite
----------	--

Matériel opératoire spécifique à prévoir	Microscope Neuronavigation Craniotome Tête de Mayfield
--	---

Laboratoire à prévoir	Anapath
-----------------------	---------

Annexe 10 : Protocole Bloc des erreurs

ORGANISATION : PASSATIONS ELEVES IBODE

1. Familiarisation des participants avec l'environnement simulé et contrat de confiance

Bonjour,

Merci pour votre participation au « bloc opératoire des erreurs » en RV ainsi que pour votre contribution au développement de cet environnement de formation.

Formulaire de consentement

Pour cette séance vous allez passer une tenue à usage unique et être équipé.e d'un casque de RV et de manettes.

Un tutoriel avant le début de la simulation vous apprendra comment interagir dans le bloc opératoire virtuel. Ce tutoriel sera réalisé 2 fois.

Tuto 2 fois (lancement F2)

2. Enonciation des concepts ou orientations développés dans la mise en situation

Le scénario de simulation auquel vous allez participer est le « bloc opératoire des erreurs », qui est inspiré du scénario de la « chambre des erreurs ». Les compétences non techniques mises en jeu sont votre capacité à collecter et identifier des informations dans une situation nouvelle et les interpréter correctement afin d'anticiper les états futurs. On appelle cela la « **conscience de la situation** ». Vous devez donc être très attentif.ve à tous les détails présents dans le bloc virtuel.

3. Contrat de fiction

La RV nous autorise à faire quelques écarts par rapport à la réalité. Voici quelques précisions concernant le bloc opératoire virtuel :

- Vous avez le droit de toucher à tous les objets, stériles ou non
- Toucher un objet pourra faire apparaître un détail zoomé ou un état antérieur (emballage, par exemple), selon le type d'objet, comme dans le tuto
- Les contenants présentés sont dans leur état d'origine avant la distribution
- Une erreur repérée sur la table stérile n'invalide pas la table
- Une erreur repérée sur un objet n'invalide pas tout ce qui en découle
- Le patient est représenté non drapé

Les champs d'ouverture sont en tissus bleu

Les personnels présents dans le bloc sont fixes et ne parlent pas

4. Briefing (histoire clinique et remise du dossier médical)

Vous êtes dans le bloc opératoire virtuel. Vous allez vous assurer que les règles de qualité, de sécurité et d'hygiène sont respectées. Vous allez également vérifier la table au regard de l'intervention chirurgicale et du patient.

Vous devez signaler les éventuelles anomalies chirurgicales que vous relèverez dans ce bloc.

Vous disposez de **14** minutes.

Vous ne recevrez pas de score à l'issue de la simulation. Le détail de votre passation vous sera donné personnellement après le débriefing. L'objectif de cette séance est formatif, il ne s'agit en aucun cas d'une évaluation ni d'un jugement de vos compétences.

Je vous décris avant la situation clinique et le dossier patient :

Vous êtes au bloc opératoire, en pré-opératoire, et le patient n'est pas endormi.

L'intervention qui va avoir lieu est une craniotomie pour Monsieur Jean Dupond, né le 12 juillet 1955, qui présente un méningiome (tumeur cérébrale) frontal gauche.

Je vous laisse prendre connaissance du dossier patient en version papier.

Pendant la simulation, je pourrai répondre aux questions sur l'utilisation des manettes ou sur l'environnement, mais pas aux questions médicales.

5. Mise en situation

Installation du casque et des manettes

Lancement du scénario

Retrait des manettes et du casque

Ça va ?

Je vous invite maintenant à répondre à un questionnaire avant de vous poser quelques questions

Passation des questionnaires

6. Débriefing court (individuel)

- Réactions des participants, impressions sur la RV et l'expérience en général

J'aimerais connaître vos réactions sur l'expérience que vous venez de vivre et sur l'environnement que vous venez de découvrir

- Sentiment d'auto-efficacité

Nous n'évoquerons pas le détail des erreurs présentées dans le scénario car cela fera l'objet d'un débriefing collectif (demain après-midi /cet après-midi). Néanmoins, j'aimerais savoir comment vous pensez avoir réussi la tâche demandée ?

7. Débriefing collectif différé

- Phase de réactions (Defusing)
 - Partage des impressions et évolution éventuelle dans le temps
- Phase de description et d'analyse de situation (Deepening)
 - Revue des erreurs
 - Comment l'erreur a-t-elle été repérée ?
 - Pourquoi est-elle importante dans ce contexte ?
 - Quel serait son impact sur cette intervention ?
- Phase de transposition / synthèse pour lien avec la pratique clinique (Discovering)

8. Evaluation

Questionnaire d'évaluation de la séance complète

Annexe 11 : Questionnaire Bloc des erreurs

SIMULATION

« BLOC DES ERREURS » EN REALITE VIRTUELLE

QUESTIONNAIRE D'EVALUATION

Merci d'indiquer votre **code personnel de 9 caractères (en majuscules)**, à partir du modèle suivant. Ce code vous garantit l'anonymat des réponses.

Indiquez les 3 premières lettres du prénom de votre mère + le jour et le mois de votre naissance sur 4 chiffres + les deux premières lettres de votre ville de naissance

Exemple : Si votre mère s'appelle Sylvie, que vous êtes né(e) un 6 août et que vous êtes né(e) à Bergerac, votre code est SYL0608BE.

Votre code personnel anonyme :

VOTRE RESENTI

Voici une série d'affirmations décrivant ce que *vous vous ressentez en ce moment même*. Merci de donner votre degré d'accord sur l'échelle suivante :

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
	Pas du tout	un peu	modérément	beaucoup
1 – Je me sens calme	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
2 – Je suis tendu.e	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
3 – Je suis contrarié.e	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
4 – Je suis détendu.e	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
5 – Je suis satisfait.e	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
6 – Je suis inquiet.e	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>

EVALUATION DE L'ENVIRONNEMENT VIRTUEL

Voici une série d'affirmations concernant le « bloc des erreurs ». Merci de donner votre degré d'accord sur l'échelle suivante :

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
	Pas du tout d'accord			Tout à fait d'accord	
1- Se déplacer dans le « bloc des erreurs » est simple	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
2- J'ai appris rapidement à me déplacer dans le « bloc des erreurs »	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
3- J'ai pu me concentrer sur les actions à réaliser plutôt que sur les commandes à donner pour les activer	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>

4- J'oublie le temps qui passe quand je suis dans le « bloc des erreurs »

1 2 3 4 5

1 **2** **3** **4** **5**

Pas du tout d'accord

Tout à fait d'accord

5- Je perds la conscience de ce qui m'entoure quand je suis dans le « bloc des erreurs »

1 2 3 4 5

6- J'oublie temporairement la vie de tous les jours quand je suis dans le « bloc des erreurs »

1 2 3 4 5

7- Je me suis senti.e impliqué.e dans le « bloc des erreurs »

1 2 3 4 5

8- Avec cet exercice dans le « bloc des erreurs », je peux développer des compétences

1 2 3 4 5

9- Le « bloc des erreurs » s'intègre bien aux méthodes de formation actuellement utilisées pour former les professionnels de santé

1 2 3 4 5

10- J'aime le graphisme du « bloc des erreurs »

1 2 3 4 5

11- J'apprécie le son ambiant du « bloc des erreurs »

1 2 3 4 5

12- Je suis gêné.e par le niveau sonore du « bloc des erreurs »

1 2 3 4 5

13- Je suis prêt.e à utiliser de nouveau le « bloc des erreurs »

1 2 3 4 5

MERCI POUR VOS REPONSES !

Annexe 12 : Protocole scénario communication ouverte

ORGANISATION PASSATIONS

Distribuer Formulaire de consentement

Veiller à ce que les participants ne communiquent pas entre eux pendant la passation et soient placés en mode « classe traditionnelle ». Pas d'interaction visuelle entre eux.

1. Familiarisation des participants avec l'environnement simulé et contrat de confiance

Bonjour,

Merci pour votre participation au scénario sur la « communication ouverte » en RV ainsi que pour votre contribution au développement de cet environnement de formation.

Il s'agit du même environnement que celui du « Bloc des Erreurs », pour lequel nous envisageons une suite :

Après avoir trouvé une erreur, comment je réagis ?

Ce scénario « Communication Ouverte » a été développé sur tablette pour permettre une passation collective.

La séance va se dérouler de la manière suivante (Durée totale : environ 1h15) :

1 Briefing 10 mn

2 Passations individuelles en simultané (entre 12 et 15 mn)

3 Evaluation du scénario

4 Self-débriefing sur papier pendant 15 mn

5 Débriefing collectif de 15 mn

6 Distribution et lecture de la fiche sur la communication ouverte au bloc opératoire (7 mn)

7 Questionnaire final sur la séance

2. Briefing

Vous allez être exposé.e dans cet exercice sur tablette à 4 scénarios qui vous mettent en situation de communication avec vos collègues dans un bloc virtuel.

On vous demande de vous projeter dans l'interaction avec ces collègues en répondant à des échelles de réponse (en cliquant directement) et en expliquant ce que vous feriez dans cette situation en tapant directement vos réponses sur le clavier qui va apparaître sur la tablette

Pendant la simulation, je pourrai répondre aux questions sur l'utilisation des tablettes ou sur l'environnement, mais pas aux questions médicales.

Rappel : Toutes vos réponses sont anonymes et confidentielles c'est pour cela qu'on vous demande un IDENTIFIANT (par ex : **les 3 premières lettres du prénom de votre mère + le jour et le mois de votre naissance sur 4 chiffres + les deux premières lettres de votre ville de naissance**). Aucun jugement ne sera porté sur vos réponses. Dans le scénario, il n'y a pas de volonté de vous piéger intentionnellement, on se place dans un contexte de formation. Vous ne recevrez pas de score à l'issue de la simulation. C'est aussi l'occasion de tester une nouvelle application sur tablette.

Vous disposez de **15** minutes maximum.

Si vous n'avez pas de questions on peut commencer !

3. Mise en situation (15 mn)

Lancement du scénario et passation des questionnaires sur la tablette (secours sur feuille)

4. Evaluation du scénario

Questionnaire

5. Self-Débriefing (individuel) version papier (15 mn)

6. Débriefing collectif (15 mn)

Rappel des règles de fonctionnement pour le débriefing : Respect de la parole et de la personne qui parle, pas de jugement, les erreurs sont des opportunités d'apprentissage

- Quel est votre ressenti global ?
- Comment avez-vous réagi face aux situations présentées dans le scénario ? Pourquoi ?
- Avez-vous déjà rencontré ces situations ? Comment avez-vous réagi ? Pourquoi ?
- Comment agiriez-vous si vous les rencontriez de nouveau ?

7. Fiche communication ouverte (10 mn)

8. Evaluation

Questionnaire d'évaluation de la séance complète

Annexe 13 : Self-débriefing scénario communication ouverte

AUTO-DEBRIEFING

Il ne s'agit en aucun cas d'une évaluation, mais plutôt d'une aide à la réflexion sur l'activité que vous venez de réaliser. Il est donc important que vous répondiez aux questions spontanément et en toute sincérité. Vos réponses sont et resteront anonymes et confidentielles.

- **Comment vous sentez-vous à l'issue de ce scénario de simulation (exprimez vos émotions, votre ressenti global) ?**

- **Entourez l'émoticône qui traduit le mieux votre état émotionnel :**



- **Pour chacune des situations, quelles sont les raisons pour lesquelles vous avez choisi d'intervenir ou pour lesquelles vous avez préféré ne pas intervenir ?**

	Je suis intervenu.e parce que...	J'ai préféré ne pas intervenir parce que...
Circulante/boucles d'oreille		
Circulante/proximité table		

<p>Chirurgien/masque mal positionné</p>		
<p>Chirurgien/proximité champ</p>		

- **Si vous rencontrez des situations similaires dans votre travail, que pensez-vous faire ?**

- **Qu'est-ce que ce scénario de simulation peut vous aider à améliorer dans votre mode de communication avec les membres de l'équipe au bloc opératoire ?**

Annexe 14 : Evaluation scénario communication ouverte

EVALUATION DE L'OUTIL DE FORMATION AVEC TABLETTE

Voici une série d'affirmations concernant le « Scénario Communication Ouverte ». Merci de donner votre degré d'accord sur l'échelle suivante :

1 2 3 4 5

Pas du tout d'accord

Tout à fait d'accord

1- Les actions avec la tablette numérique sont simples à réaliser

1 2 3 4 5

2- J'ai appris rapidement à utiliser la tablette numérique

1 2 3 4 5

3- Je me suis senti.e impliqué .e dans le « Scénario Communication ouverte »

1 2 3 4 5

4- Je me suis senti.e comme immergé .e dans l'environnement

1 2 3 4 5

5- Le « Scénario Communication ouverte » m'aide à acquérir de nouvelles connaissances

1 2 3 4 5

6- Le « Scénario Communication ouverte » s'intègre bien aux méthodes de formation actuellement utilisées pour former les professionnels de santé

1 2 3 4 5

7- J'ai aimé le graphisme de l'environnement sur tablette

1 2 3 4 5

8- Je suis prêt.e à utiliser de nouveau le « Scénario Communication ouverte »

1 2 3 4 5

MERCI POUR VOS REPONSES !

Annexe 15 : Fiche pédagogique sur la communication ouverte

LA COMMUNICATION OUVERTE (OU SPEAKING UP)

DÉFINITION

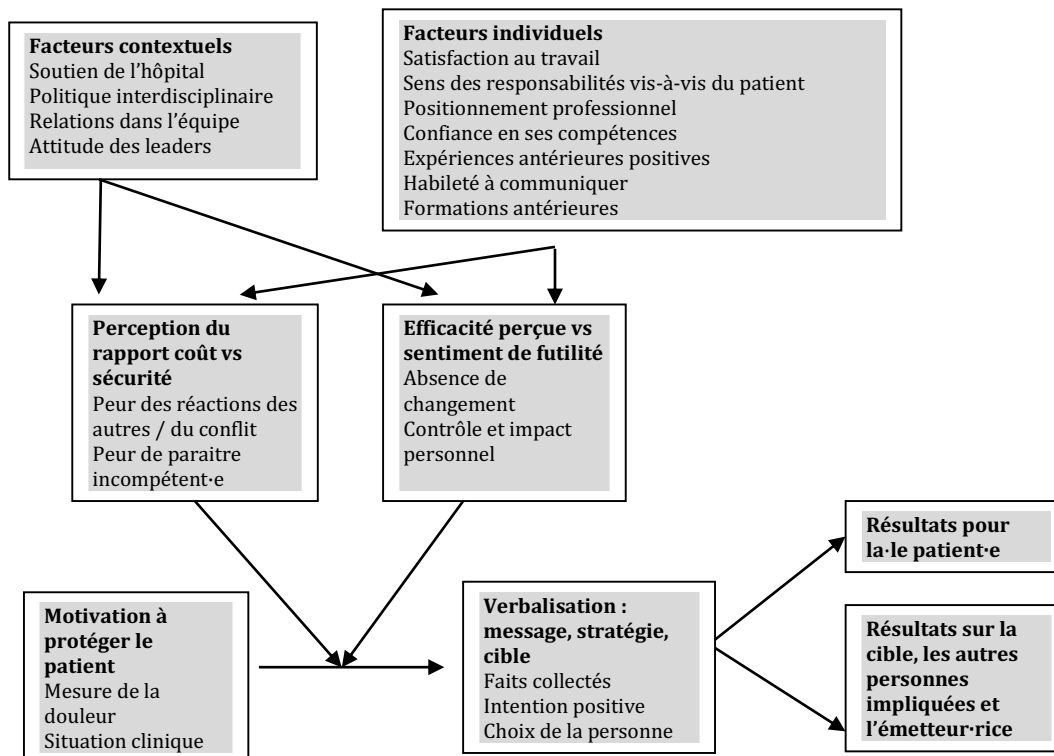
- Communication explicite d'informations critiques liées à la tâche (opinions, doutes, suggestions...) afin d'améliorer la qualité et la sécurité des soins. Ex : signaler une faute d'asepsie
- Capacité à se faire entendre et à exposer son point de vue avec fermeté et autorité
- Une compétence non technique importante pour le travail d'équipe

POURQUOI DEVELOPPER CETTE COMPÉTENCE?

- 43% des erreurs au bloc seraient liées à un défaut de communication
- 23% des incidents impliquant un déficit de communication sont liés à des hésitations à partager des inquiétudes ou des informations critiques
- Les informations échangées au bloc peuvent être inexactes ou incomplètes, et partagées à la mauvaise personne ou au mauvais moment

FREINS ET FACTEURS INCITANT À LA COMMUNICATION OUVERTE

Modèle de communication ouverte pour les professionnel·les de santé (Okuyama et al., 2014)



- La communication ouverte par les soignant·es est motivée par la volonté de protéger le patient et de garantir la sécurité des soins. Cette **motivation** est modulée par les risques perçus pour la·le patient·e et l'ambiguïté de la situation (incertitude).
- Les facteurs qui influent sur la communication ouverte sont des **facteurs contextuels** (par ex. Soutien de l'administration de l'hôpital, climat de sécurité au sein de l'équipe : valorisation du rôle de chacun, incitation à poser des questions) mais également des **facteurs individuels** (par ex. Expériences antérieures positives, sens des responsabilités élevé vis-à-vis de la·du patient·e, identification à son rôle de professionnel·le, compétences communicationnelles et confiance en ses compétences).
- Ces facteurs interagissent sur la **perception de sécurité ou de coût éventuel** pour eux-mêmes (par ex. Appréhension de conséquences négatives : craintes de répercussions sur la carrière, anticipation des réactions des membres de l'équipe, peur de paraître incompetent·e, peur de générer un conflit) et sur leur **perception d'efficacité** (par ex. Sentiment de futilité, impression d'être ignoré·e ou de ne pas avoir son mot à dire au sein de l'équipe).
- Au vu de l'ensemble de ces facteurs, les soignants·es peuvent choisir de s'exprimer oralement ou bien d'avoir recours à des **stratégies** pour pallier aux freins perçus (résolution ultérieure et discrète du problème, appel à un tiers)

COMMENT DEVELOPER CETTE COMPÉTENCE?

PAR LA FORMATION (Simulation)

S'entraîner à répondre en utilisant des outils de communication, identifier collectivement les formulations de messages efficaces et les facteurs qui nous incitent ou non à parler

PAR LA PRATIQUE

AVEC L'AIDE D'OUTILS STRUCTURES

- **SAED** de l'HAS : Je décris la **S**ituation, j'indique les **A**ntécédents, je donne mon **E**valuation et je formule ma **D**emande
- Outils issus du TeamSTEPPS (USA)
 - **CUS** (**C**oncerned, **U**ncomfortable, **S**afety) exemples de déclarations assertives : « Je suis inquiet.ète », « je suis mal à l'aise », « c'est une question de sécurité »
 - **DESC** : Je **D**écris la situation, j'**E**xprime mon ressenti, je **S**uggère une alternative, j'évalue les **C**onséquences sur les objectifs pour chercher le consensus
 - **TWO-CHALLENGE RULE** : après une première alerte sans effet, seconde expression assertive des inquiétudes. Soit la cible valide la réception du message, soit le problème reste non résolu : solliciter de l'aide ou la hiérarchie

QUELQUES RECOMMANDATIONS

- S'exprimer à la première personne
- Décrire plutôt que juger
- Proposer des solutions et impliquer les personnes
- En présence de patients ou de proches, mettre au point des mots ou gestes codés
- Ne pas se décourager
- Il n'est jamais trop tard

REFERENCES

- Haute Autorité de Santé. (2014). *SAED : un guide pour faciliter la communication entre professionnels de santé*. Consulté à l'adresse https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1776178/fr/saed-un-guide-pour-faciliter-la-communication-entre-professionnels-de-sante
- Häsler, L., & Schwappach, D. (2019). Les mots qu'il faut, au bon moment, pour éviter les erreurs. *Soins Infirmiers*, 2, 258-259.
- Hémon, B., & Michinov, E. (2018). Silence et communication ouverte au bloc opératoire. *Oxymag*, 31(163), 11-14. <https://doi.org/10.1016/j.oxy.2018.10.002>
- Agency for Healthcare Research and Quality. (2014). TeamSTEPPS Team Strategies & Tools to Enhance Performance and Patient Safety. Consulté à l'adresse <https://www.ahrq.gov/sites/default/files/publications/files/pocketguide.pdf>

ÉVALUATION DES COMPÉTENCES NON-TECHNIQUES DES INFIRMIÈRES DE BLOC OPÉRATOIRE DANS UN ENVIRONNEMENT D'APPRENTISSAGE VIRTUEL ET COLLABORATIF

Cette recherche s'inscrit dans un projet pluridisciplinaire dont l'objectif est le développement d'un environnement de formation en réalité virtuelle (RV) visant les compétences non techniques (CNT) des infirmier·es de bloc opératoire (IBODE). L'objectif de cette thèse a été de fournir aux partenaires le choix des CNT à mettre en jeu, de définir des scénarios de formation et d'apporter une première preuve du concept sur une population ciblée.

D'après les travaux de la littérature et les entretiens avec des IBODE expertes, les CNT retenues pour les scénarios sont la conscience de la situation et la communication.

L'étude 1, réalisée auprès de 13 IBODE expertes et 16 non-expert·es, vise à mesurer l'acceptabilité de l'environnement avec le scénario « table d'instrumentation » (sous casque de RV).

L'étude 2, réalisée auprès de 18 élèves IBODE en formation initiale et 8 IBODE en formation continue, vise à développer la conscience de la situation, à partir du scénario du « bloc virtuel des erreurs » (sous casque de RV). Ce scénario permet d'évaluer la conscience de la situation et semble être un outil de formation approprié pour cette CNT.

Enfin, l'étude 3, réalisée auprès de 33 élèves IBODE en formation initiale, vise à développer la communication ouverte avec un scénario sur tablettes. Nos résultats confirment partiellement l'effet du statut sur la probabilité de signaler une erreur et montrent un effet du statut sur l'embarras à signaler cette erreur.

Chaque étude a nécessité de nombreux échanges avec les ingénieur·es en RV du projet ainsi qu'avec les formateur·rices IBODE afin de permettre la construction de l'outil et son intégration future dans la pédagogie mise en œuvre à l'École d'IBODE. Enfin, pour chacune d'entre elles, des outils de mesure spécifiques ont été utilisés et des séances de simulation ont été élaborées selon les recommandations de l'HAS avec briefing, simulation, débriefing (HAS, 2012).

Mots clés : infirmier·e de bloc opératoire, simulation en santé, réalité virtuelle, acceptabilité, compétences non techniques, conscience de la situation, communication ouverte.

ASSESSING SCRUB NURSES' NON-TECHNICAL SKILLS IN A VIRTUAL AND COLLABORATIVE ENVIRONMENT

This research is part of a multidisciplinary project to develop a virtual reality (VR) training environment in non-technical skills (NTS) for scrub nurses. The objective of this thesis was to provide the partners with the choice of NTS, to define training scenarios and to provide a first proof of concept on a targeted population.

According to the literature and interviews with expert scrub nurses, the NTS selected for the scenarios are situation awareness (SA) and speaking up.

Study 1, carried out with 13 scrub nurses and 16 non-experts, aims to assess the acceptability of the environment with the "instrumentation table" scenario (under VR helmet).

Study 2, involving 18 scrub nursing students and 8 scrub nurses during an in-service course, aims to develop situation awareness, using the "virtual operating room of errors" scenario (under VR helmet). This scenario enables SA to be assessed and seems a suitable training tool for this NTS.

Finally, Study 3, involving 33 scrub nursing students, aims to develop speaking up with a tablet scenario. Our results partially confirm the effect of status on the probability of speaking up and show an effect of status on the discomfort of speaking up.

Each study involved numerous exchanges with the project's VR engineers and scrub nursing teachers in order to allow the construction of the environment and its future integration into the scrub nursing school pedagogy. Finally, for each study, specific assessment tools were used and simulation sessions were developed according to recommendations with briefing, simulation, debriefing (HAS, 2012).

Keywords: scrub nurse, simulation in healthcare, virtual reality, acceptability, non-technical skills, situation awareness, speaking up.

