



La simulation dans la formation des infirmiers de pratique avancée : état des lieux et perspectives pédagogiques



Sabrina CHEVALIER

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Doctorat en Sciences de la
Santé Publique

Année académique 2025-2026



La simulation dans la formation des infirmiers de pratique avancée : état des lieux et perspectives pédagogiques



Sabrina CHEVALIER

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Doctorat en Sciences de la
Santé Publique

Année académique 2025-2026

Thèse soutenue à la Faculté de Médecine de l'Université de Liège

Défense privée soutenue le 4 décembre 2025

Défense publique soutenue le 17 février 2026

Devant le jury composé de :

Président du jury : Professeur Anne-Françoise Donneau (Université de Liège)

Promoteurs :

- Professeur Samuel Stipulante (Université de Liège)
- Professeur Alexandre Ghuysen (Université de Liège)

Membres du jury :

- Docteur Guillaume Decormeille, Université de Toulouse Jean Jaurès
- Professeur Arnaud Bruyneel, Université Libre de Bruxelles
- Professeur Méryl Paquay, Université de Liège (secrétaire)
- Professeur Pascal Detroz, Université de Liège

Remerciements

La réalisation de cette thèse est bien plus qu'un exercice académique, elle s'inscrit dans le continuum de mon développement professionnel qui s'étend du métier d'infirmière aux soins intensifs à l'institutrice en simulation, en passant par l'assistante universitaire et la chercheuse, jusqu'à devenir attachée à la formation et responsable du centre de simulation au sein de ma clinique. Rédiger cette thèse m'a également fait grandir et a influencé mon développement personnel, me permettant de repousser mes limites et de croire plus que jamais en moi. L'aboutissement de ce travail n'aurait pas été possible sans l'aide de plusieurs personnes que je tiens profondément à remercier pour leur soutien, leurs conseils, leurs encouragements et leur partage.

Mes remerciements vont tout d'abord à mes promoteurs les professeurs Samuel Stipulante et Alexandre Ghuyssen. Je les remercie chaleureusement pour leurs nombreux conseils judicieux, leur soutien sans faille et leurs discussions qui m'ont permis de me dépasser. Merci à eux d'avoir cru en moi et de m'avoir accompagnée dans cette aventure de thèse. Bien au-delà de cette thèse, je vous remercie de m'avoir guidée dans mon parcours professionnel et personnel.

Ensuite, je tiens à remercier Mme la professeure Méryl Paquay que j'ai eu la chance de rencontrer durant mon master. De la promotion de mon mémoire à la réalisation de ma thèse, elle a été un réel mentor pour moi. Je la remercie infiniment pour son accompagnement bienveillant, ses conseils et sa détermination à me pousser toujours plus loin dans mes projets. Je remercie également Mme Cécile Sottiaux, actuellement directrice adjointe du Département de la santé et des technologies médicales, qui a été mon enseignante durant mes années de bachelier en soins infirmiers à la Haute École Louvain en Hainaut. Elle m'a encouragée à pousser mes pratiques vers l'excellence et l'*evidence-based nursing*, me donnant le goût de la recherche dès le début de la formation. Merci à elle d'avoir suivi l'épanouissement de la petite graine à l'arbre.

J'adresse mes sincères remerciements à Mme la professeure Anne-Françoise Donneau, présidente du Département des sciences de la santé publique et de mon comité de thèse, pour l'organisation des séances de suivi et pour la confiance qu'elle m'a témoignée dans mes fonctions de doctorante et d'assistante au Master en Sciences infirmières.

Je remercie les membres de mon comité de thèse pour leur suivi attentif, leurs précieux conseils et leur aide tout au long de mon parcours doctoral.

Je remercie mes anciens collègues du Centre de simulation médicale de Liège en particulier Mmes Nadège Dubois, Gwennaëlle Graas, Joséfine Declaye, Laure Beaulieu et MM. Cédric Detry et Clément Buléon. Merci à cette équipe passionnée de simulation pour sa bienveillance, ses moments d'échange et de partage. Sans vous, mon parcours n'aurait pas été le même.

Je tiens également à remercier mes anciens collègues du master en sciences infirmières, en particulier mon équipe de choc de simulation, Mmes Jennifer Joris, Valérie Marteau, Séverine Maucq et M. Yves Clerbois. Je les remercie d'avoir partagé avec moi leur passion pour la simulation et la pédagogie. Merci pour ces belles années de cours ensemble avec ces moments de rire et de convivialité. Mes plus sincères remerciements vont également à Mme Myriam Carlisi, coordinatrice pédagogique du master, mon binôme durant ces années de travail à l'Université. Je remercie également tous les étudiants, enseignants et directions impliqués dans ce master.

J'adresse aussi mes remerciements à l'ensemble des étudiants mémorants qui m'ont fait confiance en me choisissant comme promotrice : Sylvie, Margot, Sarah, Mélissa et David. Vous accompagner a été une source de fierté.

Je tiens à remercier l'ensemble des personnes qui ont volontairement pris part aux différentes études de ce travail ; leur contribution a été essentielle à la réalisation de cette recherche.

Une grande partie de mes remerciements va à mes collègues de la Clinique Notre-Dame de Grâce de Gosselies. Je remercie mes collègues infirmiers et médecins des soins intensifs pour leurs encouragements dans cette folle aventure. Ils m'ont permis de ne jamais abandonner. Merci à eux pour leur humour, leurs surnoms affectueux et leur solidarité. Je remercie également ma cheffe de service Mme Nathalie Kaise pour son soutien constant. Elle m'a encouragée tout au long de mon parcours académique et professionnel, merci à elle d'être une telle cheffe. Je remercie ma hiérarchie dont ma cadre Mme Loredana Frieri et ma directrice infirmière Mme Céline Schietecatte pour leur soutien et leur intérêt dans mon travail de thèse. Mes remerciements vont aussi à mon directeur médical le Dr Benjamin Kerzmann d'avoir cru en moi et en la simulation. Un grand merci à mes collègues du bureau alias de la Citrouille, je

Je remercie de m'avoir encouragée et motivée, surtout dans les derniers instants de ma thèse. Je remercie également mes collègues de simulation de la Clinique, les Drs Quentin Delmez et Cédric Van Brussel. Merci pour leur soutien continu.

Je tiens à exprimer ma plus profonde gratitude à mes amis, ma belle-famille et ma famille qui m'ont soutenue tout au long de mon parcours. Leur écoute et leur accompagnement ont été d'une aide inestimable. Je remercie en particulier mes parents et mes sœurs qui ont été de vrais piliers dans ce travail de thèse. Merci à eux pour leur soutien indéfectible et leurs encouragements constants tout au long de ce parcours, qui m'ont donné la force de persévérer. Je remercie mes neveux et nièce d'être ces rayons de soleil qui ont illuminé mon chemin, contribuant ainsi à la réalisation de ce travail.

Pour terminer ces remerciements, je souhaite consacrer ces dernières lignes à mon compagnon, M. Damien Debroux. Je le remercie pour son écoute bienveillante, sa disponibilité pour m'aider dans ce travail et ses encouragements sans faille. Je lui suis reconnaissante pour son amour, sa confiance et son enthousiasme à l'égard de ce projet. Il a été le moteur de ma motivation dans ce parcours et sans lui, ce travail n'aurait pas été possible.

Table des matières

Introduction générale	1
Émergence de la pratique infirmière avancée.....	2
La formation des infirmiers de pratique avancée dans le contexte belge	7
La simulation comme dispositif pédagogique en formation des infirmiers de pratique avancée	8
Objectifs et plan du travail	11
Chapitre 1	
État des lieux de la simulation dans les programmes de formation de pratique infirmière avancée dans les pays francophones	14
1. Introduction.....	15
2. Méthodes.....	16
2.1. Conception de l'étude	16
2.2. Population.....	17
2.3. Instruments d'évaluation	17
2.3.1. Instruments.....	17
2.3.2. Validation des instruments.....	17
2.4. Collectes de données.....	18
2.5. Analyse des données.....	18
2.6. Considérations éthiques	19
3. Résultats.....	19
3.1. Données sociodémographiques et informations générales	19
3.2. État des lieux dans les pays francophones : quel est l'état des lieux actuel de la simulation dans les programmes de formation IPA au sein des pays francophones ?	21
3.2.1. Thèmes, compétences et modalités dans les programmes IPA	21
3.2.2. Facilitateurs et obstacles à l'utilisation de la simulation dans les programmes IPA	23
3.2.3. Volonté des enseignants concernant les simulations dans les programmes de cours IPA	23
3.3. Comparaison avec l'Amérique du Nord : quelles sont les similitudes et les différences entre les programmes de simulation dans la formation des IPA en Amérique du Nord anglophone et en francophonie ?.....	24
4. Discussion	26
4.1. État des lieux dans les pays francophones.....	26
4.2. Facilitateurs et obstacles	28
4.3. Volonté des enseignants concernant les programmes de simulation.....	28

4.4.	Comparaison entre les pays francophones et les données nord-américaines	29
5.	Limites	30
6.	Conclusion	30
7.	Évolution du questionnement	31

Chapitre 2

Télésimulation vs simulation traditionnelle :

impact sur l'apprentissage des compétences de consultation chez les étudiants IPA 33

1.	Introduction	34
2.	Méthodes	36
2.1.	Conception de l'étude	36
2.2.	Échantillon et recrutement	37
2.3.	Collecte des données	38
2.3.1.	Avant l'étude	38
2.3.2.	Pré-test (T0)	38
2.3.3.	Formation théorique	39
2.3.4.	Journée d'intervention (T1)	39
2.3.5.	Post-test 1 (T2)	41
2.3.6.	Post-test 2 (T3)	41
2.4.	Variables et instruments d'évaluation	41
2.4.1.	Données quantitatives	41
2.4.2.	Données qualitatives	46
2.5.	Validation des outils	47
2.6.	Analyse des données	47
2.7.	Considérations éthiques	50
3.	Résultats	50
3.1.	Données sociodémographiques	50
3.2.	Données quantitatives	51
3.3.	Données qualitatives	54
3.4.	Intégration des données	55
4.	Discussion	59
5.	Limites	62
6.	Conclusion	62
7.	Évolution du questionnement	62

Chapitre 3

Impact de la réalité virtuelle sur les performances des professionnels de la santé en formation initiale.....	65
1. Introduction.....	66
2. Méthodes.....	67
2.1. Conception de l'étude.....	67
2.2. Simulation immersive d'incident de masse.....	68
2.2.1. Conception de la RV.....	68
2.2.2. Avant la simulation.....	68
2.2.3. Immersion.....	69
2.2.4. Débriefing.....	69
2.3. Recrutement.....	69
2.4. Collecte des données.....	70
2.4.1. Planification.....	70
2.4.2. Instruments d'évaluation : variables pré-simulation.....	72
2.4.3. Instruments d'évaluation : variables pendant la simulation.....	72
2.4.4. Instruments d'évaluation : variables post-simulation.....	73
2.5. Analyse des données.....	75
2.6. Considérations éthiques.....	76
3. Résultats.....	76
3.1. Échantillon de l'étude.....	76
3.2. Relations entre le niveau de performance et les variables de RV.....	79
3.3. Relations entre le niveau de performance et les autres variables.....	79
3.3.1. Variables socioprofessionnelles.....	79
3.3.2. Variables d'expérience.....	79
3.3.3. Variables internes.....	80
4. Discussion.....	80
4.1. Recommandations et implications pour la pratique.....	83
5. Limites.....	83
6. Conclusion.....	84
7. Évolution du questionnement.....	84

Chapitre 4

Relations entre les facteurs internes, les facteurs sociaux et le sentiment de présence dans les simulations fondées sur la réalité virtuelle.....	86
1. Introduction.....	87
2. Méthodes.....	90

2.1.	Conception de l'étude	90
2.2.	Simulation immersive d'incident de masse	90
2.2.1.	Conception	90
2.2.2.	Pré-simulation	90
2.2.3.	Immersion	91
2.2.4.	Débriefing	91
2.3.	Recrutement.....	91
2.4.	Collecte des données.....	92
2.4.1.	Conception	92
2.4.2.	Instruments d'évaluation.....	92
2.5.	Analyses statistiques	94
2.6.	Considérations éthiques	94
3.	Résultats	94
3.1.	Échantillon de l'étude.....	94
3.2.	Sentiment de présence	98
3.3.	Caractéristiques immersives des professions	100
4.	Discussion	100
4.1.	Scores du sentiment de présence.....	101
4.2.	Sentiment de présence et facteurs sociaux	101
4.3.	Sentiment de présence et stress	102
4.4.	Sentiment de présence et facteurs internes.....	103
5.	Limites	103
6.	Conclusion	104
7.	Évolution du questionnaire	104

Chapitre 5

« C'est comme si j'y étais ! »

Comprendre le sentiment de présence en simulation : rôle des facteurs internes et des modalités de simulation 106

1.	Introduction.....	107
2.	Méthodes.....	109
2.1.	Conception de l'étude.....	109
2.2.	Collecte des données.....	109
2.3.	Participants	110
2.4.	Variables	110

2.5.	Biais.....	111
2.6.	Taille d'échantillon	111
2.7.	Analyses statistiques	112
2.8.	Considérations éthiques	112
3.	Résultats	113
3.1.	Échantillon de l'étude.....	113
3.2.	Sentiment de présence	114
4.	Discussion	118
4.1.	Variation du sentiment de présence en fonction de la modalité de simulation.....	118
4.2.	Variation du sentiment de présence en fonction de la profession	118
4.3.	Variation du sentiment de présence en fonction de la personnalité	119
4.4.	Implications pratiques.....	120
5.	Limites	120
6.	Conclusion	120
7.	Évolution du questionnement	121

Chapitre 6

Apprentissage des compétences techniques en simulation : formation partagée pour les étudiants en médecine et en pratique infirmière avancée

1.	Introduction.....	124
2.	Méthodes.....	125
2.1.	Conception de l'étude.....	125
2.2.	Population.....	125
2.3.	Simulation procédurale	125
2.3.1.	Conception de la simulation	125
2.3.2.	E-learning.....	126
2.3.3.	Pré-briefing, briefing et simulation	126
2.3.4.	Facilitateurs.....	127
2.3.5.	Débriefing	127
2.4.	Recrutement.....	127
2.5.	Collecte des données.....	127
2.5.1.	Planification	127
2.5.2.	Instruments d'évaluation	128
2.6.	Analyse des données.....	128
2.7.	Considérations éthiques	133
3.	Résultats	133

3.1.	Échantillon de l'étude.....	133
3.2.	Résultats quantitatifs.....	135
3.3.	Résultats qualitatifs.....	137
4.	Discussion	138
4.1.	Apprentissage mixte	138
4.2.	Performances	139
4.3.	Formation interdisciplinaire.....	140
5.	Limites	141
6.	Conclusion	141
	Discussion générale et conclusions.....	142
	Conclusions générales	155
	Bibliographie	156
	Annexes	178
	Annexe 1 : réponses aux entretiens qualitatifs relatifs aux plâtres	179
	Annexe 2 : réponses aux entretiens qualitatifs relatifs aux sutures.....	181
	Publications scientifiques	183

Liste des abréviations

AIP : Activités d'Intégration Professionnelle

EVA : Échelle Visuelle Analogique

IC : intervalle de confiance

IIQ : Intervalle InterQuartile

INACSL: International Nursing Association for Clinical Simulation and Learning

IPA : Infirmier(ère) de pratique avancée

ITQ : Immersive Tendencies Questionnaire

MRF : Mental Readiness Form

MSI : Master en Sciences infirmières

PEARLS: Promoting Excellence and Reflective Learning

PEPPA: Participatory, Evidence-based, Patient- focused process for advanced Practice nursing role development

PQ : Presence Questionnaire

JR : jeu de rôle

RV : réalité virtuelle

SBF : simulation basse fidélité

SD : Standard Deviation (écart type)

SdP : Sentiment de Présence

SHF : simulation haute fidélité

SIDIIEF : Secrétariat international des infirmières et infirmiers de l'espace francophone

SP : simulation procédurale

START: Simple Triage and Rapid Treatment

Introduction générale

« It fills my heart with immense pride to see how far the nurse practitioners have come...remember that each of you has the power to make a profound impact on the lives of your patients. Embrace the opportunity to learn, grow, and to inspire one another. Never forget that the essence of our work is rooted in compassion, knowledge, and unwavering dedication to providing the highest quality of care. Together, we are the heartbeat of healthcare » (1).

Loretta C. Ford, 2024 AANP National Conference

Émergence de la pratique infirmière avancée

Si l'Organisation mondiale de la santé déclarait l'année 2020 comme étant celle des infirmiers¹ et des sages-femmes afin de rendre hommage à Florence Nightingale, pionnière et défenseuse des soins infirmiers, en célébrant le bicentenaire de sa naissance. Par un hasard du calendrier, cette même année marquait le centenaire d'une autre figure emblématique, Loretta C. Ford, considérée comme la mère de la profession d'infirmier praticien.

Historiquement, dans de nombreuses cultures sur tous les continents, la pratique des sages-femmes existe depuis des millénaires. Traditionnellement, les femmes étaient formées pour aider à l'accouchement, aux soins des bébés et des mères, par le biais d'un apprentissage auprès de femmes expérimentées et plus âgées. Ce n'est qu'au début des années 1800 que les médecins, en s'intéressant à l'exploration des mécanismes de l'accouchement, ont élaboré une approche médicale de sa physiopathologie et de sa prise en charge, destinée principalement aux milieux aisés et aristocratiques.

Paradoxalement, cette approche médicale présentait également ses biais, comme l'ont démontré les travaux pionniers d'Ignace Semmelweis en matière de sécurité des soins, malheureusement sans la moindre reconnaissance à l'époque. Au début des années 1900, de nombreux médecins se sont opposés aux accouchements assistés par les sages-femmes, mettant en avant la science et le soulagement de la douleur que pouvait offrir l'hôpital.

Un autre domaine d'intérêt pour la pratique infirmière avancée se développera lorsque les chirurgiens américains furent amenés à former des infirmiers à prodiguer des soins d'anesthésie, étant eux-mêmes dépassés par la vague incessante de blessés de guerre. Ce rôle sera plus tard repris par les médecins, avec la création de l'anesthésiologie en tant que spécialité médicale. Toutefois, en raison de la pénurie d'anesthésistes et de la réticence des médecins à administrer des anesthésiques dans les zones rurales reculées, de plus en plus d'infirmiers ont continué à y être impliqués au terme d'une formation et d'un cursus structuré amenant à la reconnaissance du titre d'infirmier anesthésiste.

¹ Par souci de cohérence rédactionnelle et de lisibilité, le terme *infirmier* est utilisé au masculin dans ce travail. Ce choix ne présuppose aucune exclusion de genre.

Au-delà de ces pratiques et souvent dans un contexte de limitations des ressources, les infirmiers ont été amenés à se former pour travailler dans des hôpitaux afin de s'occuper de populations particulières aux diverses conditions de santé. Grâce à la régularité des soins prodigués quotidiennement à des patients présentant des conditions médicales similaires, ce type de travail a permis aux infirmiers de développer des compétences spécialisées et avancées, afin de répondre aux besoins spécifiques de ces populations particulières.

En 1943, le terme « infirmier clinicien » fut proposé par Frances Reiter, afin de reconnaître le fait que les infirmiers reconfortaient, enseignaient, protégeaient, encourageaient et soignaient les patients jusqu'à leur guérison. Les premières ébauches de structuration et du mouvement des infirmiers praticiens avancés, au début des années 1960, se sont inscrites dans une période de changements politiques et sociaux majeurs aux États-Unis. À cette période, la demande en soins primaires et aigus de haute qualité explosait déjà, mettant sous pression le modèle de soins existant, dirigé par les médecins. En définitive, la raison pour laquelle Loretta C. Ford est considérée comme pionnière dans le domaine de la pratique infirmière avancée est qu'elle a vu dans ces changements politiques et sociaux l'occasion d'innover et de créer un contenu éducatif de pratique clinique de qualité, adapté pour les infirmiers. Dès 1965, elle s'associe à un pédiatre, Henry K. Silver pour créer le premier programme de formation d'infirmiers praticiens aux États-Unis, à l'Université du Colorado. L'objectif est alors sans ambiguïté : augmenter le nombre de professionnels de la santé dans le domaine des soins primaires et, à terme, intégrer ce contenu dans les programmes de master en sciences infirmières (MSI). Ironiquement, Loretta Ford, qui venait d'être révoquée de son poste de présidente du Colorado Board of Nursing, présentera devant ce même conseil les travaux menés avec Henry Silver sous le titre de « programme de praticien infirmier en pédiatrie » (2). Le premier programme de niveau master en soins infirmiers sera par la suite créé au Boston College, deux ans plus tard, en 1967.

Ainsi que mentionné plus haut, les soins infirmiers avaient, par le passé, généralement réagi de manière ponctuelle aux besoins non satisfaits du système de santé, en particulier lorsque les soins aux patients étaient compromis. Cela signifiait que les infirmiers « comblaient le vide » et assumaient des activités cliniques qui n'étaient pas valorisées par les médecins ou pour l'exécution desquelles il manquait des médecins. Les concepts de « pratique élargie » ou « pratique avancée » doivent donc se voir dans un continuum, dès lors que les soins infirmiers ont toujours fait évoluer leurs pratiques en fonction des conditions de travail qui prévalaient dans leur domaine.

Ainsi, le rôle des infirmiers praticiens avancés a progressivement évolué afin de répondre aux besoins de santé de diverses populations et sous-spécialités, d'abord aux États-Unis et au Canada, puis en Europe. Cette évolution s'inscrit dans un contexte marqué par la pression croissante liée à l'augmentation des besoins en soins dans des pays à la population à la fois croissante et vieillissante, souvent touchée par des maladies chroniques et des comorbidités, ainsi que par la hausse des coûts de santé et la diminution de l'offre médicale.

Le titre d'« infirmier de pratique avancée » (IPA) a commencé à apparaître plus largement dans la littérature infirmière au cours des années 1970, à mesure que le rôle se développait et s'élargissait en dehors des États-Unis et du Canada (3). C'est également à ce moment-là que la multiplication des rôles a entraîné une fragmentation supplémentaire du rôle en différents genres (4), le plus répandu étant celui d'infirmier clinicien spécialisé.

Comme son nom l'indique, il s'agit d'un rôle de pratique spécialisée dans lequel le praticien développe une expertise significative dans un domaine spécifique des soins de santé. Cependant, au cours de la seconde moitié du XX^e siècle, le rôle plus généraliste de praticien avancé s'est également imposé et a commencé à gagner en popularité (5). Ces évolutions diverses vont induire une forme de confusion. Ainsi, il y a plus de vingt ans, Barton et al. (1999) écrivaient que « le concept d'infirmier praticien était un concept en pleine évolution suscitant un débat considérable sur la nature définitive et les implications de ce rôle dans le domaine des soins de santé » (6). Plus récemment, Nadaf (2018) notait que le problème avec ces nouveaux rôles était qu'ils engendraient une grande confusion conceptuelle quant à leur nature, résumant le débat actuel en une question centrale : « ... Qu'est-ce que la pratique clinique avancée, et à partir de quand cesse-t-elle d'être des soins infirmiers ? » (7)

Les différentes définitions actuellement utilisées dans le monde pour décrire la pratique infirmière avancée font référence à une prise de décision « de haut niveau », à des connaissances spécialisées ainsi qu'à des compétences cliniques et recommandent que tout infirmier praticien avancé soit titulaire au minimum d'un master (8). Cependant, au-delà de ce consensus relativement superficiel, il existe peu de véritables accords. Les différents titres, expressions et définitions associés à la pratique avancée témoignent d'un problème persistant et non résolu (9), à savoir l'absence de consensus réel sur la meilleure façon de définir, de mettre en œuvre et d'intégrer la pratique infirmière avancée dans l'organisation et la prestation des soins de santé (10).

Ces éléments montrent la difficulté rencontrée, lorsqu'il s'agit de positionner le concept de pratique avancée dans le continuum des soins de santé. En substance, un infirmier praticien avancé est un infirmier diplômé, titulaire d'au moins un master en soins infirmiers et ayant suivi une formation et un enseignement de niveau universitaire, dans le cadre d'un programme agréé au niveau national. Ce rôle se caractérise donc par une formation avancée visant à l'acquisition de compétences cliniques élargies et d'une autonomie relative dans la prise de décision. Ainsi, les infirmiers diplômés reçoivent une formation leur permettant d'assumer pleinement les responsabilités et obligations associées à la prestation de soins de santé et de soins préventifs auprès de la population. D'autres caractéristiques semblent toutefois émerger des autorités compétentes. Selon le Secrétariat international des infirmières et des infirmiers de l'espace francophone (SIDIIEF), l'IPA se concentre sur les personnes, les familles et les communautés, en utilisant des preuves scientifiques, des connaissances infirmières avancées et le jugement clinique développé au cours d'études de 2^e cycle universitaire. L'IPA vise à améliorer la qualité et la sécurité des soins grâce au leadership, à la collaboration, à la recherche et à la réflexion éthique, avec un niveau de reconnaissance variable selon les pays (11). Le SIDIIEF s'accorde également sur un modèle conceptuel international commun pour définir ce rôle d'IPA. Ce modèle, dénommé Hamric (11), décrit trois critères essentiels pour l'IPA : l'enseignement supérieur, la certification et la pratique centrée sur les patients et les familles (12). Deux profils d'IPA se distinguent au niveau international : l'infirmier clinicien spécialisé et l'infirmier praticien spécialisé. L'infirmier clinicien spécialisé intervient auprès de patients qui ont besoin de soins complexes dans un domaine spécifique. Il soutient également les équipes soignantes en les accompagnant dans l'utilisation de bonnes pratiques et la réflexion éthique. Par ailleurs, il joue un rôle dans l'évolution des institutions, organisations et systèmes de soins de santé en contribuant à leur transformation (13). L'infirmier praticien spécialisé prend, lui, en charge des patients atteints de pathologies fréquentes et complexes qui requièrent des soins et un suivi complexes et des soins médicaux que l'IPA est habilité à dispenser (13,14).

Concrètement, les IPA jouent un rôle essentiel pour faire progresser les systèmes de santé (14). Ils contribuent à améliorer l'accès aux soins en réduisant les délais de prise en charge particulièrement dans les zones en pénurie de médecins (14). Ils jouent un rôle clé dans la réduction de la charge pesant sur les médecins et les structures de soins, en prenant en charge les patients atteints de maladies chroniques stabilisées (15). Une amélioration de la qualité des soins entraînant une satisfaction des patients est aussi observée grâce à un suivi personnalisé et fondé sur de bonnes pratiques (16). Plusieurs études démontrent que l'intégration des IPA dans

les parcours de soins fait baisser le nombre d'hospitalisations évitables, avec pour conséquence une réduction des coûts de santé (16). De plus, les IPA jouent un rôle clé dans l'éducation thérapeutique des patients, contribuant ainsi à prévenir les complications et à améliorer l'observance des traitements (17).

Parallèlement à cette formation, le droit d'exercer est alors, idéalement, accordé par l'État dans lequel l'IPA fait sa demande, après avoir obtenu un diplôme délivré par un établissement agréé. De manière intéressante, une enquête de la Fédération européenne des infirmiers sur les cadres actuels de la pratique avancée et leur développement en Europe a révélé des variations significatives dans la façon dont les pays définissent et réglementent les soins infirmiers en pratique avancée. Des divergences sont également apparues aux niveaux académique et pratique (18). Le Royaume-Uni, les Pays-Bas et l'Irlande ont été les premiers à l'inscrire dans leur cadre légal respectif, suivis par la Suisse et la France (13,19). En Belgique, une première référence législative à ce rôle a été rédigée en 2017, avec une modification de la loi sur les professions de santé (20). Cette modification de loi est actée en 2019 au sein du Moniteur belge pour introduire officiellement le métier d'IPA (20). Cette loi établit les critères minimaux d'accès au titre d'IPA, notamment l'obtention d'un master en sciences infirmières. L'IPA continue d'exercer l'art infirmier au même titre que les autres infirmiers, mais se voit habilité à réaliser des soins complexes, incluant certaines activités jusqu'alors réservées aux médecins. Son rôle visera à maintenir, améliorer et restaurer l'état de santé des patients. La loi mentionne également que certains points comme les activités et les conditions d'exercice seront précisées ultérieurement dans un arrêté royal (20). Plus récemment, le 14 avril 2024, cet arrêté royal a été publié, fixant les critères pour porter le titre d'IPA, avec une entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2025 (21). Pour posséder le titre d'IPA, un infirmier doit remplir les conditions suivantes : détenir un diplôme ou un titre d'infirmier ou d'infirmière responsable de soins généraux, posséder un master en sciences infirmières et justifier d'au moins 3000 heures de pratique au cours des cinq années précédant la demande d'agrément, dans un contexte de soins spécifique ou un domaine de spécialisation. Les IPA belges auront le droit d'effectuer certains actes médicaux, notamment : prescrire des médicaments, orienter les patients, rédiger des certificats, ou encore décider de l'admission et de la sortie de patients. Certains actes sont toutefois soumis à une mise en application différée en raison d'adaptations administratives nécessaires (21). Cette reconnaissance progressive s'inscrit dans un effort plus large de réorganisation du système de santé belge, où la qualité, la continuité et l'efficacité des soins deviennent des objectifs prioritaires.

Malgré les bénéfices largement documentés de la profession d'IPA, sa mise en œuvre et son développement dans les systèmes de santé rencontrent plusieurs obstacles. Lesquels relèvent à la fois de résistances professionnelles, de cadres réglementaires insuffisants, de contraintes organisationnelles et d'un manque de reconnaissance légale du rôle (22,23). La résistance des médecins est également fréquemment rapportée comme un facteur bloquant (24). Certains professionnels perçoivent l'élargissement des compétences des IPA comme une menace, ce qui peut freiner l'acceptation et la collaboration au sein des équipes de soins (25). D'autre part, le manque de clarté ou les limites législatives et financières entravent souvent l'exercice des IPA. À cela s'ajoute une organisation du travail encore peu adaptée à ces nouveaux rôles (26). Un autre défi concerne la reconnaissance culturelle du rôle. Dans plusieurs contextes, les patients, les gestionnaires ou d'autres professionnels de la santé méconnaissent les compétences et la valeur ajoutée des IPA, nuisant ainsi à leur légitimité et constituant un frein à leur acceptation dans les structures de soins (27). En somme, l'intégration des IPA nécessite une approche systémique dont des réformes réglementaires claires, un soutien institutionnel et financier, des modèles de collaboration définis et une valorisation culturelle du rôle. Cette approche est essentielle pour une mise en œuvre efficace et durable (12). Le modèle *Participatory, Evidence-based, Patient-focused process for advanced Practice nursing role development* (PEPPA) propose également des recommandations pour faciliter l'implémentation des IPA dans un milieu de soins (28).

La formation des infirmiers de pratique avancée dans le contexte belge

Afin de mieux appréhender les défis actuels concernant la profession d'IPA, il nous semble important à ce stade de nous pencher un instant sur le cursus de formation actuel. Compte tenu de l'évolution législative et des recommandations internationales préconisant que les IPA soient titulaires d'un master, une formation en sciences infirmières a été développée en Belgique pour la partie francophone du pays. La ministre de l'Enseignement supérieur a marqué un avis favorable au lancement du MSI dès la rentrée académique 2021-2022. Un groupe d'experts a alors été mandaté pour élaborer un référentiel de compétences de formation pour le MSI se basant notamment sur les précédents avis du Conseil fédéral de l'art infirmier dont le profil de fonction et compétences de l'IPA (29), du référentiel de compétences du Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada (30) et du modèle théorique de Hamric (12). Ce master de

120 crédits sur deux ans est organisé au sein de consortiums composés d'universités et de hautes écoles.

Le programme, sur base du référentiel de compétences, reprend des cours théoriques comme les sciences infirmières, l'éthique, le leadership ou encore la recherche. Des cours pratiques sont également dispensés avec des stages et des activités d'intégration professionnelle (AIP), afin de renforcer la mise en pratique des compétences acquises tout au long du cursus. Le contenu de ces cours varie selon les consortiums et regroupe notamment des cours magistraux, des activités sur le terrain clinique, des études de cas, des travaux pratiques, de l'e-learning ou de la simulation.

La simulation comme dispositif pédagogique en formation des infirmiers de pratique avancée

Dans le champ de la formation en santé, la simulation s'est progressivement imposée comme un dispositif pédagogique majeur (31), mobilisé pour répondre à des enjeux croissants de qualité et de sécurité des soins, de complexité des situations cliniques et de professionnalisation des pratiques. En offrant aux apprenants la possibilité de s'exercer dans des environnements contrôlés et sécurisés (32), la simulation permet de soutenir le développement de compétences cliniques, décisionnelles et relationnelles, (33) tout en limitant les risques pour les patients. De plus, elle stimule l'engagement des apprenants et leur permet de transposer les notions acquises à des contextes pratiques et complexes (34).

Ces enjeux revêtent une importance particulière dans la formation des IPA, dont l'exercice repose sur un haut niveau d'autonomie, de responsabilité et de jugement clinique avancé. C'est dans ce contexte que la simulation s'est progressivement imposée au sein des cursus de formation IPA (35–37), selon des modalités et des objectifs variables en fonction des contextes nationaux. Leur intégration dans les programmes IPA contribue à améliorer la satisfaction, la confiance et les connaissances des étudiants (36,38), ainsi que leurs compétences en communication et en performance clinique (35,39–41).

Cependant, il faut constater un manque de données cohérentes soutenant son utilisation comme substitut aux heures de stages cliniques, son impact sur le transfert des connaissances et

compétences dans le domaine clinique (35,36). De plus, l'utilisation actuelle de la simulation dans les programmes IPA demeure incertaine (42), en raison d'une faible standardisation entre les différents cursus existants. À ce jour, peu d'études se sont penchées sur l'utilisation de la simulation dans les différents programmes de formation IPA, à l'exception d'une enquête menée en 2018 en Amérique du Nord anglophone (43).

Dans le contexte belge, ces constats prennent une résonance particulière. La mise en place récente des formations en pratique infirmière avancée s'accompagne d'une intégration progressive de la simulation dans les cursus, dont les modalités, les objectifs pédagogiques et les ressources mobilisées peuvent varier selon les consortiums. Cette hétérogénéité reflète à la fois la richesse des initiatives locales et l'absence, à ce stade, d'un cadre standardisé encadrant l'usage de la simulation dans la formation des IPA. Dans un tel contexte, il apparaît d'autant plus pertinent de ne pas limiter l'analyse aux seuls effets des dispositifs de simulation, et de s'intéresser également à la manière dont ces dispositifs sont vécus et investis par les apprenants, afin d'éclairer les choix pédagogiques et soutenir le développement de parcours de formation cohérents et adaptés aux réalités belges.

En synthèse, l'IPA possède de nombreuses expertises dont l'acquisition de la capacité à prendre des décisions complexes et autonomes, des connaissances spécialisées, des compétences et un jugement clinique élargi orientés vers les personnes, les familles et les communautés. Ces exigences interrogent directement les modèles de formation actuels et les dispositifs pédagogiques mobilisés pour préparer les futurs IPA à l'exercice de leur rôle. Au-delà du cadre législatif, une question fondamentale demeure dans le cadre de la pratique infirmière avancée : quel est le modèle de formation le plus à même de permettre le développement de ces expertises ? Notre intérêt s'est particulièrement porté sur le rôle potentiel de la pédagogie utilisant la simulation dans ce modèle et dans l'acquisition de certaines de ces expertises. Cette interrogation nous semble d'autant plus pertinente lorsque les éléments de qualité et de sécurité des soins indispensables à cette pratique sont considérés.

Cette question fondamentale est au cœur même de notre projet de thèse, de sa motivation et de ses interrogations, soulevées pas à pas, à mesure que nous avons progressé dans notre démarche de recherche. Ces éléments ont conduit à interroger les effets des dispositifs de simulation mobilisés dans la formation des IPA, mais également les mécanismes expérientiels susceptibles

de soutenir le développement des compétences, structurant ainsi les questions de recherche abordées dans cette thèse.

Comprendre l'expérience de simulation : le sentiment de présence

Les dispositifs de simulation reposent sur l'engagement actif des apprenants (44) dans des situations conçues pour être crédibles, interactives et contextualisées. La manière dont les apprenants perçoivent et investissent l'expérience simulée apparaît comme un élément central pour comprendre les processus d'apprentissage. Dans une perspective plus large de santé publique, ces considérations rappellent que la qualité des dispositifs de formation des professionnels de santé constitue un enjeu indirect et fondamental pour la qualité et la sécurité des soins délivrés aux populations.

Parmi les concepts mobilisés pour appréhender cette dimension expérientielle, celui de sentiment de présence (SdP) occupe une place particulière (45). Issu des travaux sur les environnements virtuels et les technologies immersives (45,46), le SdP renvoie au vécu subjectif d' « être là » dans un environnement simulé, c'est-à-dire à la perception, pour un individu, d'évoluer de manière crédible au sein de la situation proposée (47).

Dans le contexte de la simulation en formation en santé, le SdP permet ainsi de s'interroger sur les conditions dans lesquelles une situation simulée est perçue comme suffisamment engageante pour susciter une implication cognitive, émotionnelle et comportementale. Il représente une opportunité d'analyser la crédibilité perçue de la situation, la qualité des interactions et l'investissement des apprenants dans l'activité proposée (48). Le SdP peut éclairer la manière dont les dispositifs de simulation sont vécus et investis par les apprenants (49). L'envisager comme un mécanisme expérientiel permet d'explorer des dimensions souvent peu visibles de l'apprentissage en simulation, telles que l'engagement, la motivation ou la projection professionnelle. Ces dimensions revêtent une importance particulière dans des formations visant le développement de compétences avancées, où la mobilisation d'un jugement clinique et la capacité à se positionner dans des situations complexes constituent des enjeux centraux.

Dans le cadre de la formation des IPA, et plus particulièrement dans un contexte comme celui de la Belgique, où les cursus sont récents et encore en cours de structuration, l'analyse de

l'expérience vécue par les apprenants en simulation apparaît dès lors particulièrement pertinente. Comprendre comment les futurs IPA s'engagent dans les dispositifs de simulation, comment ils perçoivent les situations proposées et quels éléments de l'expérience soutiennent leur implication constitue un levier important pour éclairer les choix pédagogiques et optimiser les parcours de formation.

Objectifs et plan du travail

À titre personnel, en tant qu'ancienne assistante pour le MSI et instructrice en simulation, j'ai été confrontée à de nombreuses questions lorsque j'ai pris en charge le nouveau cours d'AIP intégrant la simulation. Celles-ci portaient sur le contenu et les objectifs pédagogiques du cours et aussi sur la place de la simulation dans ce nouveau master destiné à former des IPA en Belgique. Ces questions m'ont conduite à réfléchir à la place et à l'utilisation de la pédagogie par la simulation dans les cursus IPA, dont les exigences cliniques, décisionnelles et interprofessionnelles nécessitent des dispositifs pédagogiques spécifiques, ainsi qu'à examiner l'intérêt et les limites. Ces réflexions avaient comme objectif de tenter de concevoir à terme des recommandations pour implémenter et développer un parcours de simulation adapté au cursus des IPA sur base d'un état des lieux préalable et d'une évaluation rigoureuse des moyens d'optimiser ces parcours d'un point de vue pédagogique.

Afin de répondre à cet objectif général, la démarche de recherche repose sur un cheminement progressif, structuré en six chapitres, chacun abordant une question spécifique et s'inscrivant dans la continuité du précédent.

Le premier chapitre constitue une étape fondatrice de ce travail. Il a pour objectif de dresser un état des lieux de l'utilisation de la simulation dans les programmes de formation des IPA dans plusieurs pays francophones. Cette étude permet de documenter les modalités de simulation mobilisées, les thématiques abordées, les volumes horaires consacrés à la simulation, ainsi que les facilitateurs et les obstacles perçus par les enseignants. Les résultats mettent en évidence une volonté d'intégrer davantage la simulation dans les cursus IPA, tout en soulignant des contraintes organisationnelles, humaines et financières limitant son développement. Ces éléments posent les bases d'une réflexion sur la structuration et l'optimisation des parcours de simulation dans la formation des IPA. Ils ouvrent également la voie à l'exploration de modalités

pédagogiques alternatives comme la télésimulation pour tenter de faire face aux obstacles identifiés.

Dans la continuité de cet état des lieux, le deuxième chapitre s'intéresse à la télésimulation, envisagée comme une modalité pédagogique susceptible de répondre, au moins en partie, aux contraintes identifiées précédemment. L'objectif de ce chapitre est de comparer l'impact de la simulation traditionnelle et de la télésimulation sur l'apprentissage des compétences de consultation. Cette étude permet d'interroger l'efficacité pédagogique d'une modalité émergente dans un contexte de formation des IPA. Les résultats montrent que la télésimulation permet de soutenir l'apprentissage des compétences de consultation de manière comparable à la simulation traditionnelle et pourrait être intégrée dans les cursus des IPA. L'analyse qualitative met en évidence le SdP comme facteur d'apprentissage pour les étudiants. Ces résultats conduisent à faire évoluer le questionnement vers une analyse plus fine des mécanismes sous-jacents au SdP et à l'apprentissage en simulation.

Le troisième chapitre s'inscrit dans cette évolution en explorant l'impact de la RV, et plus spécifiquement du SdP sur les performances non techniques dans le cadre d'une simulation immersive. Cette étude permet d'analyser les relations entre les caractéristiques de l'environnement virtuel dont le SdP et les performances observées. Si un lien est mis en évidence entre la perception de l'environnement et les performances, l'absence de relation directe entre le SdP et la performance souligne la complexité de ce dernier paramètre. Ce résultat met en évidence que le SdP ne peut être appréhendé comme un simple prédicteur de la performance, mais qu'il s'inscrit dans un ensemble plus large de mécanismes expérientiels susceptibles d'influencer l'engagement et l'apprentissage. Ces résultats invitent à pousser la réflexion plus loin sur les facteurs qui influencent le SdP en simulation immersive.

Ces constats conduisent au quatrième chapitre, qui vise à approfondir la compréhension du SdP en s'intéressant à ses facteurs internes et sociaux dans des simulations fondées sur la RV. Ce chapitre permet de considérer le SdP comme un phénomène multidimensionnel, influencé par les caractéristiques individuelles et sociales des apprenants dont la profession et le sexe. Cette analyse contribue à une meilleure compréhension des mécanismes expérientiels susceptibles de soutenir l'engagement et l'apprentissage en simulation immersive. Nos réflexions se sont alors orientées vers les autres modalités de simulation, afin de mieux comprendre l'évolution du SdP dans celles-ci.

Le cinquième chapitre poursuit cette réflexion en examinant le rôle du SdP à travers différentes modalités de simulation. Les résultats montrent que le SdP ne varie pas de manière significative selon la modalité de simulation, suggérant qu'il ne s'agit pas d'un simple effet technologique. En revanche, ce chapitre met en évidence que les simulations réalisées dans un contexte interdisciplinaire sont associées à une augmentation du sentiment d'auto-efficacité des apprenants. Ce résultat revêt une importance particulière pour la formation des IPA, dont la pratique professionnelle s'inscrit dans des environnements interprofessionnels nécessitant une collaboration étroite avec d'autres professionnels de santé. Notre réflexion s'est alors portée sur l'impact de ces formations interprofessionnelle sur l'apprentissage.

Enfin, le sixième chapitre vise à analyser l'apprentissage de compétences techniques dans le cadre d'une formation en simulation interprofessionnelle partagée entre étudiants en médecine et étudiants en pratique infirmière avancée. Ce chapitre permet d'examiner concrètement la place et l'impact des simulations interdisciplinaires dans la formation des IPA.

Ainsi, l'ensemble de cette thèse s'inscrit dans une logique de progression continue, allant de la description des pratiques existantes à l'analyse des mécanismes d'apprentissage, puis à l'évaluation de dispositifs pédagogiques intégrés.

État des lieux de la simulation dans les programmes de formation de pratique infirmière avancée dans les pays francophones

Chevalier, S., Paquay, M., Ghuysen, A. & Stipulante, S. (2025). Current state of simulation in advanced practice nursing programs: a survey in French-speaking countries. *Clinical Simulation in Nursing*, 102

«The beginning is the most important part of the work. »

Plato, The Republic

1. Introduction

Comme l'indique le SIDIIEF, les activités des IPA devraient se concentrer sur les personnes, les familles et les communautés, en s'appuyant sur des preuves scientifiques, des connaissances avancées et un jugement clinique développé au cours d'études du 2^e cycle universitaire (11). Dans certains pays francophones, les pratiques des IPA sont déjà bien établies (11) avec des cadres législatifs clairs et des programmes de formation spécifiques. Ainsi, la France a instauré un diplôme d'État d'IPA et le Canada a mis en place un diplôme complémentaire de pratique infirmière avancée, depuis plusieurs années (50). En Belgique, un cadre législatif reconnaissant le rôle d'IPA est entré en vigueur en 2025. Le MSI y prépare les infirmiers à ces futurs rôles, en collaboration avec les hautes écoles et les universités. En Suisse, ces profils professionnels ont récemment commencé leur développement.

Malgré ces progrès, la formation en pratique infirmière avancée demeure relativement nouvelle dans certaines régions francophones, où les établissements ont dû déployer des parcours éducatifs variés. Dans ce contexte, la formation par simulation a parfois été mobilisée pour soutenir l'acquisition de compétences. En effet, la formation utilisant la pédagogie par la simulation s'immisce de plus en plus dans les programmes de formation des professionnels de la santé (42). Cependant, son intégration dans les parcours de formation des IPA reste incertaine (42), en raison d'un manque de standardisation entre les programmes existants.

En Amérique du Nord anglophone, un premier état des lieux de la simulation a été effectué en 2018 (43). Cette étude a révélé que la simulation y était intégrée à la plupart des programmes de formation. Elle a permis d'identifier les principaux obstacles et ressources nécessaires à leur implémentation (43). Au niveau francophone, pareil article concernant l'état des lieux de la simulation dans les programmes de formation IPA n'existe pas alors que les fonctions d'IPA s'y développent à des rythmes variables. Les données issues de ce type d'étude restent fondamentales afin de permettre aux institutions et aux formateurs de se positionner par rapport à leurs programmes de simulation existants. De plus, ces informations pourraient aider les

établissements où la formation par simulation des IPA est en cours d'élaboration en fournissant des réflexions pour construire les futurs programmes.

Dans ce contexte, nous avons eu pour objectif d'étudier l'utilisation actuelle de la simulation dans la formation IPA dans les pays francophones. Notre objectif secondaire était de comparer les données obtenues dans les pays francophones avec l'étude nord-américaine précédente afin d'établir les potentielles convergences ou divergences et d'en dégager les enseignements utiles à la communauté scientifique.

2. Méthodes

2.1. Conception de l'étude

Une étude observationnelle descriptive transversale a été menée pour répondre à deux questions de recherche principales :

- 1) Quel est l'état des lieux actuel de la simulation dans les programmes de formation IPA au sein des pays francophones ?
- 2) Quelles sont les similitudes et les différences entre les programmes de simulation dans la formation des IPA en Amérique du Nord anglophone et en francophonie ?

De plus, une série de sous-questions de recherche ont été formulées :

- Quels sont les thèmes, compétences et modalités de simulation utilisés dans les programmes IPA au sein des pays francophones ?
- Quels sont les facilitateurs et les obstacles perçus à l'utilisation de la simulation dans ces programmes IPA ?
- Quelles sont les volontés des enseignants concernant les simulations dans les programmes de cours IPA ?

2.2. Population

La population étudiée était composée d'enseignants² assurant la formation pratique, incluant les AIP, les simulations et les stages, intégrée aux programmes de formation en pratique avancée ou en sciences infirmières dans les pays francophones. Selon le pays, ces deux types de formations visent à préparer les IPA (par exemple : les programmes IPA en France ou les masters en sciences infirmières en Belgique). Au total, 40 établissements dispensant ce type de formation ont été recensés dans quatre pays : le Canada, la France, la Suisse et la Belgique. Ces établissements ont été identifiés à partir de bases de données reconnues, notamment celles tenues par des associations professionnelles, ainsi que par le biais des sites internet des organismes de formation. Tous les établissements identifiés ont ensuite été contactés et invités à participer à l'étude.

2.3. Instruments d'évaluation

2.3.1. Instruments

Un questionnaire a été élaboré afin d'étudier l'utilisation actuelle de la simulation dans les programmes IPA dans les pays francophones identifiés. Deux membres de l'équipe de recherche ont conçu le questionnaire, qui comprenait un total de 32 questions. Le questionnaire combinait des questions à choix fermés et des questions ouvertes. Il était structuré en quatre sections : des informations générales (onze questions), l'utilisation de la simulation dans la formation (seize questions), les facteurs facilitant ou entravant l'usage de la simulation (deux questions), et l'évaluation du programme de simulation (trois questions). Le temps requis pour le compléter était estimé à quinze-vingt minutes.

2.3.2. Validation des instruments

Le questionnaire a été validé selon la méthodologie Delphi (51). Pour cette validation, des experts en simulation ainsi que des enseignants en sciences infirmières de Belgique francophone ont été sélectionnés par convenance. Ils ont été contactés par courriel afin de

² Dans cette thèse, le terme « enseignant » est utilisé de manière générique pour désigner les personnes impliquées dans la conception, la mise en œuvre et l'animation des activités pédagogiques, quels que soient leur statut institutionnel ou leur discipline d'origine.

confirmer leur volonté de participer au processus de validation. La première phase a mobilisé dix experts, tandis que la seconde en a réuni six. Les experts ont évalué la pertinence de chaque question à l'aide d'une échelle de Likert allant de 1 (non pertinente) à 4 (très pertinente) et devaient justifier toute note inférieure à 3. Une question était considérée comme validée si elle obtenait un score médian supérieur à 3 et un écart interquartile inférieur à 1. Pour la validation finale, la stabilité des réponses entre les deux tours a été évaluée à l'aide du test de Wilcoxon. Les questions non validées ont été révisées par les chercheurs en fonction des commentaires formulés par les experts, puis soumises à un nouveau tour. Un troisième tour de validation, conforme au processus Delphi, a été réalisé. Le questionnaire final a ensuite été encodé sur la plateforme DragSurvey® et testé dans le cadre d'une étude pilote menée auprès de chercheurs et de collègues, ce qui a permis d'apporter quelques ajustements mineurs.

2.4. Collectes de données

Le questionnaire a été distribué par courriel à tous les établissements préalablement identifiés, soit aux doyens ou aux enseignants concernés. Si ces adresses électroniques n'étaient pas disponibles, le message était envoyé aux secrétariats ou aux coordinateurs pédagogiques, accompagné de la demande de transmettre aux enseignants concernés de leur établissement. Le questionnaire est resté ouvert pendant une période de deux mois, d'août à octobre 2022. Durant cette période, les chercheurs ont envoyé deux e-mails de rappel. L'adresse électronique de la chercheuse principale a été fournie pour qu'elle puisse répondre à toutes les questions concernant l'étude.

2.5. Analyse des données

La plateforme DragSurvey® a été utilisée pour la diffusion du questionnaire et la collecte des données. Une fois la phase de collecte terminée, la plateforme a compilé l'ensemble des réponses par question. Concernant les questions fermées, le pourcentage total de répondants a été calculé pour chaque modalité de réponse. S'agissant des questions ouvertes, toutes les réponses ont été retranscrites mot à mot. Les données ont ensuite été transférées vers un fichier Excel, où elles ont été organisées et classées afin de constituer une base de données. Les chercheurs ont codé et référencé les réponses aux questions fermées dans un *codebook*. Les réponses aux questions ouvertes ont été analysées et associées à des verbatims. Ensuite, les résultats ont été structurés en quatre parties : les données sociodémographiques, l'état actuel de

la simulation dans les pays francophones, les facteurs facilitants et les obstacles, ainsi que la volonté des enseignants concernant les programmes de simulation.

2.6. Considérations éthiques

Cette étude a été approuvée par le Comité d'éthique hospitalo-facultaire universitaire de Liège (numéro de référence : 2022/14). Toutes les personnes ont donné leur consentement éclairé pour participer à l'étude en cochant une case avant de commencer le questionnaire, dont l'énoncé était le suivant : « Je donne mon consentement à ce que mes données soient utilisées de manière anonyme dans cette étude et j'accepte de participer librement à cette étude ». De plus, les réponses au questionnaire ont été anonymisées.

3. Résultats

3.1. Données sociodémographiques et informations générales

Parmi les 40 établissements francophones contactés, 35 personnes ont répondu, dont huit (22 %) n'ont pas complété l'ensemble du questionnaire. Le tableau 1 présente les données sociodémographiques et des informations générales sur la population étudiée et les programmes concernés.

Tableau 1. *Caractéristiques sociodémographiques et informations générales*

Variab les	Modalités	Nombre, pourcentage n (%)
Pays	Belgique	4 (11)
	France	22 (63)
	Canada	9 (26)
Institution des répondants	Haute École infirmière (type baccalauréat)	3 (9)
	Université (type master)	32 (91)
	Centre de simulation	2 (6)
	Autre	3 (9)
Niveau de formation des	Niveau Haute École (baccalauréat)	1 (3)
	Niveau universitaire (master)	23 (66)

répondants	Niveau doctoral	7 (20)
	Niveau postdoctoral	4 (11)
Expérience dans l'enseignement	0 à 5 ans	7 (21)
	6 à 10 ans	6 (18)
	Plus de 10 ans	20 (61)
Expérience de simulation	0 à 5 ans	13 (41)
	6 à 10 ans	11 (34)
	Plus de 10 ans	8 (25)
Temps de travail dédié à la simulation	0 %	12 (39)
	25 %	6 (19)
	50 %	3 (10)
	75 %	2 (6)
	100 %	0 (0)
	Autre (temps partiel variable)	8 (26)
Formation en simulation	Oui	21 (66)
	Non	11 (34)
Type de formation en simulation	Auto-apprentissage	11 (55)
	Apprentissage type mentorat	16 (80)
	Formation à la simulation au sein de votre établissement	11 (55)
	Formation à la simulation hors de votre établissement	10 (50)
	Formation en ligne	5 (25)
	Conférence de simulation	9 (45)
	Certificat en simulation	3 (15)
	Autre	1 (5)
Travail principal	Clinique	8 (26)
	Enseignement	25 (81)
	Recherche	8 (26)
	Management	8 (26)
	Responsable d'équipes (de soins ou pédagogiques)	9 (29)
	Autre	2 (6)

Type(s) de formation(s) organisée(s) dans votre établissement	Master en sciences infirmières	11 (37)
	Diplôme d'État en infirmier de pratique avancée	15 (50)
	Maîtrise en sciences infirmières	8 (27)
	Diplôme complémentaire de pratique infirmière avancée	5 (16)
	Autre	2 (6)
Nombre d'étudiants inscrits (par an)	0 – 25	13 (43)
	26 – 50	11 (37)
	51 – 100	6 (20)
	Plus de 100	0 (0)

3.2. État des lieux dans les pays francophones : quel est l'état des lieux actuel de la simulation dans les programmes de formation IPA au sein des pays francophones ?

3.2.1. Thèmes, compétences et modalités dans les programmes IPA

La majorité des répondants a intégré la simulation dans leurs programmes (n = 28 ; 93 %). Seuls deux ne l'ont pas fait, mais ils ont exprimé un intérêt pour une intégration future. Les répondants ont identifié trois principaux intérêts pour intégrer la simulation : les situations en lien avec la pratique clinique (n = 10), le développement de la posture professionnelle (n = 8) et l'apprentissage ou le renforcement des compétences (n = 8).

La simulation était incluse dans la plupart des AIP (n = 19) et des cours cliniques (n = 19). Elle était principalement utilisée à des fins d'évaluation formative (n = 15). Huit répondants ont adopté une approche d'évaluation mixte, combinant des évaluations certificatives et formatives. Le nombre d'heures de simulation variait considérablement selon les établissements. Les réponses allaient d'un nombre d'heures précis à des pourcentages de temps, la plupart indiquant entre dix et vingt heures par an (n = 6).

En ce qui concerne le nombre de facilitateurs³ et de participants, la majorité des simulations impliquait deux facilitateurs (n = 22). Les groupes étaient généralement composés de dix à quinze étudiants (n = 16) ou de six à dix étudiants (n = 8).

Le tableau 2 décrit les modalités de simulation, les thèmes abordés et le type de compétences développées dans les programmes de simulation des établissements.

Tableau 2. *Thèmes, compétences et modalités de simulation utilisés dans les programmes IPA*

Variables	Modalités	Nombre, pourcentage n (%)
Thèmes de simulation	Consultation en soins infirmiers	26 (93)
	Évaluation clinique	24 (86)
	L'éducation thérapeutique du patient	16 (57)
	Crisis Resource Management	8 (29)
	Interdisciplinaire	18 (64)
	Autre	3 (11)
Type de compétences développées	Compétences techniques	1 (4)
	Compétences non techniques	5 (18)
	Compétences techniques et non techniques	22 (78)
	Jugement clinique	21 (75)
Modalités	Patients standardisés	23 (82)
	Jeux de rôle	24 (86)
	Ordinateur	2 (7)
	Procédural	8 (28)
	Mannequins basse fidélité	12 (43)
	Mannequins moyenne à haute fidélité	12 (43)
	Réalité virtuelle / Réalité Augmentée	3 (11)

³ Le terme « facilitateur » est employé pour désigner le rôle pédagogique spécifique exercé dans les dispositifs de simulation, en particulier lors du briefing, de l'animation des scénarios et du débriefing. Ce choix terminologique s'inscrit dans la continuité de la littérature internationale en simulation en santé.

La plupart des répondants (n = 20) ont indiqué utiliser des lignes directrices pour concevoir les scénarios de simulation et leurs débriefings, en s'appuyant sur des sources telles que la Haute autorité de santé (n = 5), les bonnes pratiques d'experts (n = 5), les standards de l'*International Nursing Association for Clinical Simulation and Learning* (INACSL) (n = 3), la méthode *Promoting Excellence and Reflective Learning* (PEARLS) (n = 2) et les ouvrages de référence en soins infirmiers fondés sur des données probantes (n = 2).

Moins de la moitié des répondants (n = 12) ont déclaré utiliser des outils pour évaluer la qualité de leurs simulations et facilitateurs. Les outils employés sont des systèmes d'évaluation internes (n = 5), des coachs de simulation ou de débriefing (n = 3), des questionnaires de satisfaction des étudiants (n = 3) et de l'évaluation de débriefing pour la simulation en soins de santé (outil *Debriefing Assessment for Simulation in Healthcare*) (n = 2).

3.2.2. Facilitateurs et obstacles à l'utilisation de la simulation dans les programmes IPA

Les répondants ont identifié les principaux facilitateurs et obstacles à l'utilisation de la simulation dans les programmes IPA, avec la possibilité d'en suggérer d'autres en plus de ceux proposés. Les principaux facilitateurs étaient les installations et l'équipement disponibles (n = 23), le personnel formé (n = 22), l'intégration des simulations dans les programmes d'études (n = 17) et le temps de travail dédié à la simulation pour les enseignants (n = 13). Les principaux obstacles comprenaient la charge de travail excessive des enseignants (n = 18), le financement insuffisant (n = 16), le manque de personnel (n = 14) et les installations limitées (n = 14).

3.2.3. Volonté des enseignants concernant les simulations dans les programmes de cours IPA


Les répondants étaient généralement d'avis que le nombre d'heures de simulation dans la formation IPA était insuffisant (n = 21) ou tout juste suffisant (n = 7) ; aucun n'a jugé qu'il était excessif. Beaucoup ont plaidé pour un nombre d'heures supplémentaires afin de couvrir l'étendue du champ clinique des programmes de formation des IPA, tout en reconnaissant des défis tels que le manque de temps, de ressources et d'infrastructures.

Concernant la taille des groupes, la majorité a exprimé une préférence pour des groupes de dix à quinze étudiants (n = 11) ou de six à dix étudiants (n = 10) pour la formation en simulation. Lorsque les participants ont été interrogés sur leur volonté d'harmoniser les programmes de simulation pour la formation des IPA à l'échelle nationale, la majorité s'y est déclarée favorable (n = 19), tandis que d'autres s'y opposaient (n = 8). Les principales justifications évoquées comprenaient : un partage des thématiques, des scénarios ou d'outils de simulation (n = 6), le développement de programmes communs avec des objectifs partagés (n = 5), l'adaptation des pratiques aux ressources des établissements (n = 5), la préservation de la spécificité des formations selon les établissements et les spécialisations (n = 4).


3.3. Comparaison avec l'Amérique du Nord : quelles sont les similitudes et les différences entre les programmes de simulation dans la formation des IPA en Amérique du Nord anglophone et en francophonie ?

En 2018, Nye et al. ont mené une enquête descriptive afin d'examiner l'état actuel de l'utilisation de la simulation dans les programmes de formation des IPA en Amérique du Nord, en se concentrant spécifiquement sur les régions anglophones du Canada et des États-Unis. Cette section compare les résultats obtenus dans notre étude à ceux des régions anglophones d'Amérique du Nord (43) ainsi qu'aux recommandations de l'*American Association of Colleges of Nursing* (52). Le tableau 3 présente les similitudes et les différences entre ces deux contextes actuels.

Tableau 3. Comparaison des programmes de simulation IPA entre pays francophones et Amérique du Nord

	Pays francophones	Pays d'Amérique du Nord
	Taux élevé de simulation (plus de 90 %)	
	Perception positive de la simulation	
	Majorité d' évaluation formative	
	Modalités de simulation les plus utilisées : patients standardisés et jeux de rôle	

	Principaux obstacles à l'utilisation de la simulation

		Pays francophones	Amérique du Nord (anglophone)
	Intégration de la simulation	Mise en œuvre dans divers cours, y compris les activités d'intégration professionnelle et clinique.	Encouragement à son intégration tout au long du programme d'études afin d'améliorer les expériences d'apprentissage clinique.
	Objectif de la simulation	Principalement utilisée pour l'évaluation formative, avec une utilisation limitée dans les évaluations sommatives.	Soutient les évaluations formatives et sommatives pour évaluer les compétences et le jugement clinique.
	Nombre d'heures de simulation	10 à 20 heures par an.	1 à 20 heures pour l'ensemble du programme.
	Utilisation des lignes directrices	Adhésion limitée aux lignes directrices en matière de pratiques de simulation.	Met l'accent sur l'utilisation de lignes directrices fondées sur des données probantes et de meilleures

			pratiques pour la conception et la mise en œuvre des simulations.
	Volonté des enseignants	Harmoniser les parcours de formation et augmenter le nombre d'heures de simulation.	Formation des facilitateurs en simulation et remplacement de certaines heures cliniques par la simulation.

4. Discussion

Cette étude visait à examiner l'état des lieux actuel de la simulation dans les programmes de formation des IPA dans les pays francophones et à comparer ces données avec celles d'une étude antérieure menée en Amérique du Nord. Les résultats de notre enquête révèlent que la majorité des établissements (93 %) intègrent la simulation dans leurs programmes, principalement en lien avec la pratique clinique, le développement de la posture professionnelle et l'acquisition de compétences. Ces activités sont généralement réalisées en groupes de six à quinze étudiants, avec une moyenne de dix à vingt heures par année académique.

Les principaux facteurs facilitant l'intégration de la simulation dans la formation des IPA incluent la disponibilité des infrastructures, la formation du personnel et l'ancrage dans le curriculum. À l'inverse, les obstacles identifiés sont la charge de travail, le financement et les ressources limitées. Les enseignants estiment que le nombre d'heures consacré à la simulation reste insuffisant et soutiennent, dans leur majorité, une harmonisation nationale des parcours de simulation tout en privilégiant le maintien des spécificités institutionnelles.

4.1. État des lieux dans les pays francophones

La plupart des programmes IPA francophones examinés comprenaient des cours de simulation. La simulation est largement utilisée dans la majorité des programmes IPA à l'échelle

internationale (35), mais des preuves supplémentaires sont nécessaires pour comprendre avec précision la véritable valeur d'une telle approche. Selon une récente étude, l'impact de l'apprentissage par simulation sur l'acquisition des compétences des IPA, telles que le raisonnement clinique, devrait encore être étudié en comparaison avec les méthodes d'enseignement traditionnelles (42). De plus, des études internationales rigoureuses sont nécessaires pour évaluer l'impact à long terme de la simulation sur le développement des compétences IPA et démontrer la réelle valeur clinique de la formation basée sur la simulation. Dans la présente étude, la majorité des répondants ont indiqué qu'ils organisaient des cours de simulation avec deux facilitateurs et des groupes de dix à quinze participants. La plupart des programmes consacrent entre dix et vingt heures par an à la formation par simulation. La littérature ne fournit pas de recommandations claires concernant le nombre optimal de participants, de facilitateurs ou d'heures de formation par simulation pour les programmes IPA. Selon l'INACSL, le nombre de participants doit être adapté aux scénarios et à leurs objectifs pédagogiques (53). Il oscille généralement entre quatre et six participants par scénario (54), en tenant compte du rôle des observateurs pendant la simulation (55). Inclure des observateurs lors des simulations pour les IPA est une option intéressante pour augmenter le nombre de participants tout en limitant les contraintes physiques et temporelles liées à la formation par simulation. En ce qui concerne le nombre d'heures, un équilibre doit être trouvé entre les bénéfices pédagogiques pour les futurs IPA et les contraintes financières des institutions. Il semble aussi que davantage d'études soient nécessaires afin de déterminer le rapport coût-efficacité de la formation par simulation et de son impact par rapport aux stages cliniques, s'il est question d'évaluer le rôle optimal de la simulation dans les programmes d'IPA, en tenant compte à la fois de son efficacité pédagogique et des ressources disponibles pour assurer une mise en œuvre appropriée et durable de la simulation.

Dans notre étude, les principaux thèmes de simulation identifiés étaient en adéquation avec le rôle international des IPA (11). Lors du développement de programmes de simulation, les thèmes doivent être en adéquation avec le profil de compétences. De plus, les méthodes de simulation doivent être cohérentes avec les objectifs pédagogiques (53). Par exemple, il a été démontré que l'utilisation d'un simulateur haute fidélité n'engendrait pas un meilleur apprentissage qu'un simulateur basse fidélité pour la formation avancée en réanimation (56). Par ailleurs, l'utilisation de la simulation haute fidélité entraîne des coûts importants, susceptible de freiner la mise en œuvre de la simulation dans les établissements. À l'inverse, faire appel à des patients standardisés et recourir à des jeux de rôle est moins coûteux et particulièrement

pertinent pour développer des compétences en matière de consultation, de communication et d'éducation thérapeutique.

4.2. Facilitateurs et obstacles

Outre le soutien des enseignants envers la simulation, la mise en œuvre de la simulation dans les programmes de formation IPA nécessite un appui stratégique et technologique (43). Les obstacles les plus fréquemment identifiés semblent être d'ordre international et inhérents au développement même de la simulation (35,43,57,58). De nombreux enseignants ont déclaré percevoir ce manque de soutien comme une barrière externe nuisant à leur capacité à offrir une simulation de qualité (35). Pour relever ces défis, les technologies avancées telles que l'intelligence artificielle et les applications de réalité virtuelle (RV) améliorées offrent des perspectives prometteuses, en termes d'efficacité et d'accessibilité accrues de la formation par simulation à l'avenir (57). Une solution possible pour pallier ce manque de ressources pourrait être la télésimulation, une méthode pédagogique qui utilise la vidéoconférence pour enseigner, former et évaluer des étudiants qui ne sont pas physiquement dans l'établissement (59). Cette méthode a d'ailleurs été mise en œuvre durant la pandémie de Covid-19 et son efficacité dans l'enseignement à distance a été démontrée (60,61). En plus des solutions technologiques, l'intégration de parcours d'apprentissage partagés (40) et de simulations interprofessionnelles (62) pourrait également être bénéfique.

Certaines compétences médicales, telles que la réalisation de sutures, sont communes aux futurs médecins et aux infirmiers en pratique avancée, alors que ces simulations procédurales sont actuellement organisées de manière distincte pour chacun de ces publics. Le développement d'un programme de simulation unifié pour ces deux groupes de professionnels pourrait améliorer la compréhension mutuelle et favoriser la collaboration pendant la formation (63), tout en répondant aux obstacles dus à la mise en œuvre de la simulation grâce à une optimisation des ressources matérielles et humaines.

4.3. Volonté des enseignants concernant les programmes de simulation

En dépit des obstacles identifiés, l'engagement des enseignants des programmes d'IPA envers la simulation alimente à la fois leur motivation et leur résilience (35). Cet engagement joue un rôle clé dans l'amélioration de la qualité de l'enseignement basé sur la simulation (64). Les

répondants de la présente étude ont exprimé un fort désir de voir le nombre d'heures de simulation augmenter dans les programmes ; cela peut refléter un biais en faveur de la simulation, les personnes déjà convaincues de son utilité étant plus susceptibles d'avoir participé à l'étude. Bien que la simulation présente un grand attrait, son utilisation doit être soigneusement équilibrée en fonction des coûts et des résultats pédagogiques. La participation des enseignants et de leaders extérieurs au domaine de la simulation dans cette discussion pourrait fournir des perspectives précieuses.

La deuxième volonté identifiée était de développer des programmes de simulation ou des initiatives conjointes fondées sur des objectifs communs. Par ailleurs, les répondants ont souligné l'importance d'adapter les pratiques au contexte spécifique de chaque établissement et de préserver la spécificité des formations selon les différentes spécialisations au sein des diverses institutions. L'élaboration d'un référentiel de compétences partagé, assorti d'objectifs pédagogiques communs, représenterait une première étape clé vers l'harmonisation des programmes de simulation, notamment au travers de groupes de travail dédiés. Pour soutenir ces efforts, les *Simulation Guidelines and Best Practices for Nurse Practitioner Programs* (35,65) ainsi que les recommandations fondées sur des données probantes de l'INACSL (66) offrent des recommandations pratiques et des normes pour le développement des programmes.

4.4. Comparaison entre les pays francophones et les données nord-américaines

Les différences dans la formation des IPA entre l'Amérique du Nord et les pays francophones ciblés dans cette étude tiennent probablement en grande partie à l'ancienneté des programmes nord-américains. Cette antériorité a favorisé la mise en place de programmes de simulation diversifiés et de méthodes d'évaluation multiples, à la différence des pays francophones où la majorité des programmes demeurent encore en phase de développement.

Par ailleurs, les contextes législatifs et sanitaires diffèrent considérablement entre les régions, influençant à la fois les contenus des cursus IPA et les compétences attendues des praticiens. En Amérique du Nord, l'évaluation sommative est largement utilisée en raison des cadres législatifs bien établis qui exigent une validation standardisée des compétences. Les heures de simulation remplacent souvent les heures de stage, en raison d'un nombre limité de lieux de stage, exigeant de ce fait une évaluation rigoureuse pour garantir la compétence clinique. Malgré ces différences contextuelles, la simulation est un élément commun de la formation des

IPA à l'échelle mondiale et rencontre des défis similaires en matière de mise en œuvre. La collaboration et la recherche internationales pourraient contribuer à standardiser les programmes de simulation, à lever certains obstacles et à évaluer le rapport coût-efficacité de ces méthodes de formation.

5. Limites

Cette étude présente certaines limites et biais. La généralisation des résultats à l'ensemble des programmes IPA est restreinte, en raison d'une répartition hétérogène des répondants et d'une possible sous-représentation de certains établissements. Les données, collectées en 2022, pourraient ne pas refléter les pratiques actuelles. Des recherches complémentaires, notamment via des entretiens qualitatifs, seraient pertinentes. Un biais en faveur de la simulation est également possible, les répondants pro-simulation étant peut-être surreprésentés. Enfin, la validation du questionnaire par des experts exclusivement belges pourrait avoir limité la compréhension terminologique dans d'autres contextes francophones ; une participation plus internationale aurait enrichi la validation du questionnaire.

6. Conclusion

Cette étude offre un aperçu de l'utilisation de la simulation dans les programmes de formation des IPA dans trois pays francophones, dans lesquels la majorité des répondants intègrent la formation par simulation dans leur curriculum et en reconnaissent les bénéfices. Cependant, des défis subsistent, notamment en matière de soutien financier, humain et matériel. Les enseignants se montrent favorables à une harmonisation des programmes de formation nationaux.

Une comparaison avec une étude réalisée en Amérique du Nord a mis en évidence des similitudes entre les systèmes éducatifs francophones et anglophones, malgré des contextes différents. La pratique avancée s'est développée rapidement dans les pays francophones, ce qui appelle à une réflexion sur le développement et la qualité des programmes de formation. La télésimulation constitue par ailleurs une piste prometteuse pour de futures recherches.

7. Évolution du questionnement

Cette première étape de notre démarche scientifique nous a permis de dresser un état des lieux précis de l'utilisation actuelle de la simulation dans les programmes de formation des IPA dans trois pays francophones. L'intérêt de cet état des lieux dépasse la simple description des pratiques existantes. En fournissant des informations sur les modalités utilisées, les volumes horaires, les thématiques abordées et les obstacles rencontrés, cette étude constitue une base essentielle pour accompagner soit la création de nouveaux parcours de simulation dans des formations émergentes en pratique infirmière avancée, soit la structuration et l'harmonisation de parcours déjà existants. Ces données peuvent ainsi servir de point d'appui pour réfléchir à des modèles de formation plus cohérents, plus efficaces et mieux adaptés aux réalités institutionnelles, tout en respectant les compétences attendues du rôle d'IPA.

Nos résultats mettent en évidence une large intégration de la simulation dans ces cursus, ainsi qu'une perception positive de cette approche pédagogique par les enseignants impliqués dans la formation des IPA. Ces derniers identifient la simulation comme un outil particulièrement pertinent pour soutenir le développement de compétences centrales du rôle d'IPA, telles que les compétences de consultation, le jugement clinique et la posture professionnelle.

Cette étude révèle également une volonté des enseignants d'intensifier le recours à la simulation dans les programmes de formation en pratique infirmière avancée. Une majorité des répondants estime en effet que le nombre d'heures actuellement consacrées à la simulation est insuffisant au regard des exigences cliniques et des responsabilités croissantes associées au rôle d'IPA.

Toutefois, cette volonté se heurte à une série d'obstacles structurels et organisationnels, partagés par les différents établissements interrogés. Le manque de ressources humaines formées à la simulation, les contraintes financières, la charge de travail des enseignants, ainsi que les ressources limitées en termes d'infrastructures constituent autant de freins à l'expansion des dispositifs existants. Cette tension entre, d'une part, une volonté forte d'intégrer davantage la simulation dans les parcours de formation des IPA et, d'autre part, des ressources limitées, pose la question de la soutenabilité et de l'efficacité des modèles pédagogiques actuellement en place.

Face aux contraintes identifiées, il apparaît nécessaire d'explorer des modalités pédagogiques alternatives ou complémentaires à la simulation traditionnelle, susceptibles de répondre aux enjeux d'optimisation des ressources. Parmi celles-ci, la télésimulation émerge comme une solution potentiellement pertinente. En permettant la réalisation d'activités de simulation à distance, elle pourrait contribuer à lever certaines barrières logistiques et financières.

Cependant, si la télésimulation est présentée dans la littérature comme une modalité prometteuse, notamment dans le contexte de la pandémie de Covid-19, les données concernant son efficacité pédagogique comparativement à la simulation traditionnelle restent limitées, en particulier dans le champ spécifique de la formation des IPA. Il apparaît dès lors nécessaire d'évaluer rigoureusement les effets de cette nouvelle modalité sur l'apprentissage des compétences clés du rôle d'IPA.

C'est dans cette perspective que s'inscrit l'évolution du questionnement vers le chapitre suivant. Après avoir identifié une volonté accrue d'intégration de la simulation dans les programmes de formation IPA, confrontée à des contraintes de ressources, le chapitre 2 se propose d'explorer la télésimulation comme une réponse pédagogique potentielle à ces enjeux. Il vise à comparer l'impact de la simulation traditionnelle et de la télésimulation sur l'apprentissage des compétences de consultation chez les étudiants en pratique infirmière avancée, afin de mieux comprendre si cette modalité peut constituer une alternative crédible ou complémentaire dans le cadre de parcours de formation des IPA.

Télesimulation vs simulation traditionnelle : impact sur l'apprentissage des compétences de consultation chez les étudiants IPA

Chevalier, S., Dubois, N., Blasco Falgasa S., Detroz, P., Ghuysen A., Stipulante S. (in reviewing). Telesimulation vs. Traditional Simulation: Impact on Nursing Students' consultation skills Learning– A Mixed-Methods Study. *Advances in Simulation*.

« Tout grand progrès scientifique est né d'une nouvelle audace de l'imagination. »

John Dewey

1. Introduction

Comme nous l'avons observé, la majorité des programmes de formation en pratique infirmière avancée recourent à la simulation pour offrir des expériences d'apprentissage contextualisées (35–37). Cette pratique découle des effets documentés de la pédagogie par simulation, notamment l'augmentation de la satisfaction, de la confiance, des connaissances (36,38) ainsi que des compétences en communication et en performance clinique (39–41) des étudiants.

Toutefois, plusieurs obstacles peuvent entraver son expansion et sa mise en œuvre efficace tels que le manque de personnel, de soutien financier, de temps et d'espace disponibles (43). Une alternative potentielle pour résoudre ces problèmes réside dans l'emploi de la télésimulation, option moins coûteuse (67,68) et plus accessible (69,70) que la simulation classique. De plus, la télésimulation pourrait permettre d'accorder une plus grande attention à la sécurité psychologique des apprenants en réduisant le stress et l'anxiété habituellement produits par l'idée de se trouver en face-à-face.

La télésimulation repose sur l'usage intégré des technologies de communication et de simulation pour former ou évaluer à distance des apprenants physiquement absents (59). Cette méthode a été développée pendant la pandémie de Covid-19 afin de respecter les recommandations en matière de distanciation sociale (71,72) tout en assurant la continuité de la formation ; elle a permis d'éviter des interruptions de l'apprentissage (73,74). Au-delà de la crise sanitaire, la télésimulation pourrait également constituer un outil précieux pour préparer les professionnels de la santé à l'évolution des pratiques médicales, comme la télémédecine (70,75). Il convient de distinguer la télésimulation du télébriefing, deux notions parfois confondues dans la littérature. La télésimulation correspond à une modalité de simulation réalisée entièrement à distance, intégrant le pré-briefing, le scénario simulé et le débriefing. À l'inverse, le télébriefing se limite à la réalisation à distance de la phase de débriefing, à la suite d'une simulation vécue en présentiel (76).

Une étude récente sur l'intégration de la télésimulation dans la formation des professionnels de la santé indique que les étudiants en sont généralement très satisfaits. De plus, il s'est avéré qu'elle améliorerait leur savoir-faire dans l'exécution de certaines procédures techniques, telles que la réanimation de base (74). Selon Yasser et al. (2023), davantage de recherches quantitatives et qualitatives devraient être menées sur les effets de la télésimulation afin de pouvoir élaborer des recommandations de bonnes pratiques (74). De plus, peu d'études se sont spécifiquement concentrées sur les IPA et le développement de leurs compétences spécifiques, telles que la consultation. Conformément à notre chapitre précédent, la consultation est la compétence la plus travaillée en simulation dans les programmes IPA (77) et mérite donc notre intérêt.

Roy et al. (78) définissent la consultation comme un processus structuré en plusieurs étapes, visant à analyser une situation problématique et à proposer des solutions adaptées. À l'échelle internationale, ce type de consultations infirmières ne cesse de se développer (79). Leur importance a été démontrée dans plusieurs pays où le système est déjà en place (80,81). En effet, les consultations en soins infirmiers facilitent l'accès aux soins, réduisent les temps d'attente, fluidifient le parcours de soins des patients, offrent un soutien personnalisé aux patients et améliorent la précision des diagnostics, des interventions et des résultats pour les patients (15,82). Ces études soulignent l'importance d'acquérir des compétences en consultation, efficaces pour la pratique clinique (83). Hamric et al. (12) ont également souligné que la consultation est une compétence clé lors de la formation des IPA. Ces éléments nous ont amenés à envisager de comparer l'impact de la télésimulation avec celui de la simulation traditionnelle dans le cadre de la formation à la consultation des étudiants IPA. En effet, à ce jour, aucune étude antérieure n'a examiné la comparaison de ces deux approches éducatives sur les compétences de consultation au sein d'un programme IPA. Nous avons eu pour objectif principal d'évaluer l'efficacité de la formation par télésimulation par rapport à une formation par simulation traditionnelle, avec des patients simulés, pour l'apprentissage de la consultation infirmière chez les étudiants IPA. L'objectif secondaire poursuivi était d'explorer les perceptions des étudiants à l'égard de la télésimulation.

2. Méthodes

2.1. Conception de l'étude

Une étude à méthodes mixtes selon un devis convergent a été adoptée pour répondre aux questions de recherche suivantes :

- 1) « Quel est l'impact de la formation par télésimulation comparé à la simulation traditionnelle avec des patients simulés sur l'apprentissage de la consultation infirmière chez les étudiants IPA ? »
- 2) « Comment les étudiants IPA perçoivent-ils la mise en œuvre de la télésimulation dans l'apprentissage des compétences de consultation ? »

Les données quantitatives et qualitatives ont été collectées en parallèle, analysées séparément, puis intégrées lors de l'interprétation afin de générer des informations complémentaires. Cette approche suit celle de Creswell & Plano Clark (84). Les volets quantitatif et qualitatif ont été intentionnellement articulés afin d'examiner des dimensions complémentaires des résultats pédagogiques, en cohérence avec le modèle de Kirkpatrick.

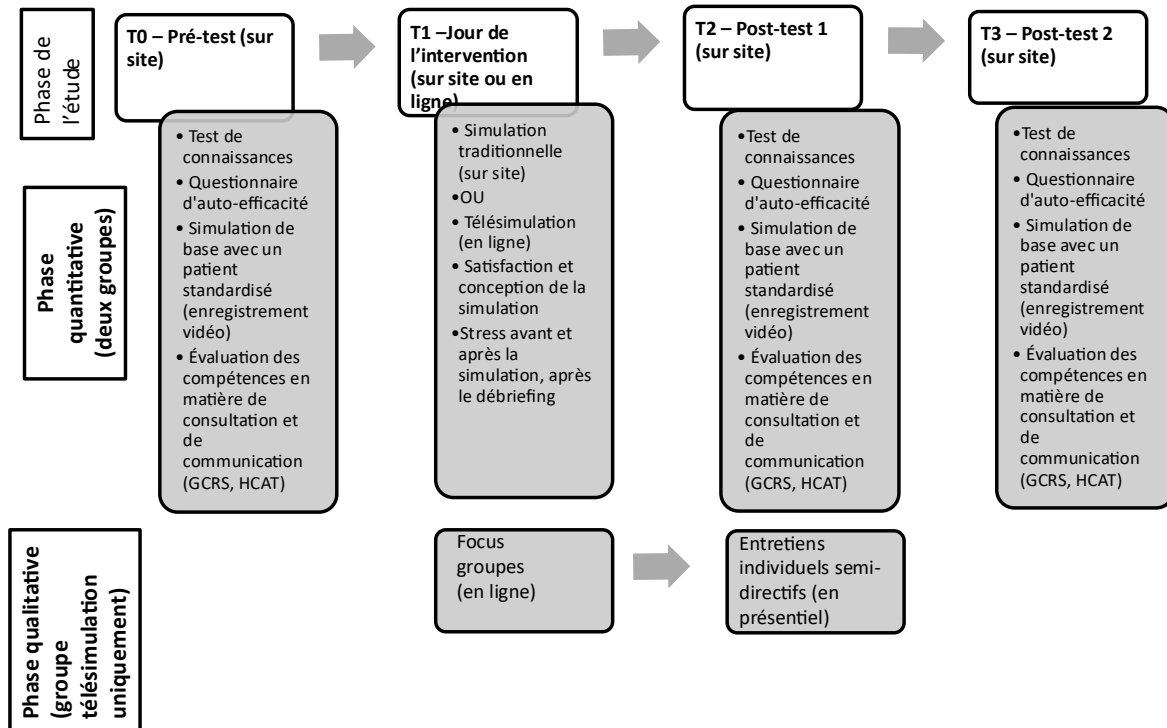
L'objectif principal visait à étudier l'impact de la télésimulation, comparativement à la simulation traditionnelle, sur les résultats d'apprentissage liés à la consultation (niveaux 1 et 2 du modèle de Kirkpatrick), incluant les connaissances, la performance, la confiance en soi et le stress perçu. Le stress a été intégré au niveau de la réaction (niveau 1), les réponses émotionnelles étant reconnues comme influençant l'engagement en simulation et l'efficacité des apprentissages. L'objectif secondaire consistait à explorer les perceptions des étudiants à l'égard de la télésimulation en tant que modalité pédagogique (niveau 1 du modèle de Kirkpatrick). À cette fin, le volet qualitatif a été intentionnellement intégré au groupe de télésimulation afin de mieux comprendre les mécanismes sous-jacents aux résultats quantitatifs, notamment les réactions des apprenants, leur motivation et leurs perceptions.

Les données quantitatives ont été recueillies à plusieurs temps de mesure à l'aide de questionnaires validés et d'évaluations de la performance réalisées par des experts dans les deux groupes. Les données qualitatives étaient constituées de focus groups et d'entretiens individuels

menés exclusivement auprès des participants du groupe de télésimulation, afin de saisir les nuances de leur expérience d'apprentissage.

La figure 1 présente les différentes phases de l'étude.

Figure 1. Conception du design de l'étude



2.2. Échantillon et recrutement

Une méthode d'échantillonnage de commodité non probabiliste a été employée. Parmi les participants figuraient des étudiants en première année de MSI du Consortium Liège-Luxembourg. Les participants ont été sélectionnés en fonction des critères d'inclusion suivants : être inscrits au MSI, avoir un cours de simulation à leur programme et accepter de participer à l'étude. Le seul critère d'exclusion était d'avoir déjà suivi le même cours de simulation au préalable.

Les étudiants ont été assignés aléatoirement au groupe de simulation (contrôle) ou au groupe de télésimulation (expérimental) à l'aide de la fonction « ALEA » du logiciel Excel®. Tous les

étudiants ont participé à la phase quantitative, et seuls ceux du groupe de télésimulation ont participé à la partie qualitative.

2.3. Collecte des données

La collecte des données a été effectuée entre novembre 2023 et février 2024. Cette étude s'est déroulée en phases distinctes : pré-test, formation théorique, journée d'intervention, post-test 1 et post-test 2.

2.3.1. Avant l'étude

Six scénarios de simulation ont été élaborés par l'équipe de recherche, conformément aux standards internationaux de bonnes pratiques en simulation (85). Ces scénarios ont ensuite été pré-testés auprès d'étudiants de deuxième année du MSI. L'objectif de ces scénarios était de réaliser une consultation IPA dans le cadre de soins primaires ou des urgences. Les scénarios couvraient diverses raisons de consultation, telles que des douleurs abdominales (dus à un ulcère gastrique ou à des calculs biliaires), de la fièvre (paludisme, méningite), des difficultés respiratoires (embolie pulmonaire) et de la fatigue (diabète). Avant la simulation, les chercheurs ont briefé les patients simulés et les facilitateurs sur les scénarios.

2.3.2. Pré-test (T0)

Les étudiants ont été accueillis par les chercheurs, qui leur ont donné des explications sur le déroulement de l'étude et de la journée. Ils ont reçu les questionnaires papiers suivants : connaissances sur la consultation infirmière, sentiment d'auto-efficacité et données sociodémographiques. Les chercheurs ont ensuite briefé individuellement les étudiants concernant la simulation. Ensuite, les étudiants ont participé individuellement à la simulation relative à la consultation infirmière avec un patient simulé. Lors de la simulation, les participants ont été filmés. Ensuite, un facilitateur a fourni un feed-back général et un soutien émotionnel à chaque participant après la simulation.

2.3.3. Formation théorique

Les chercheurs ont également créé un e-learning comprenant du contenu théorique lié à la consultation infirmière comme les principes de consultation, la théorie de Calgary-Cambridge et les principes de communication. Un courriel d'explications avec l'e-learning a été envoyé aux étudiants après le pré-test.

2.3.4. Journée d'intervention (T1)

Un courriel explicatif a été adressé au groupe de télésimulation avant la session, précisant l'usage de la plateforme et rappelant l'importance d'une connexion internet stable.

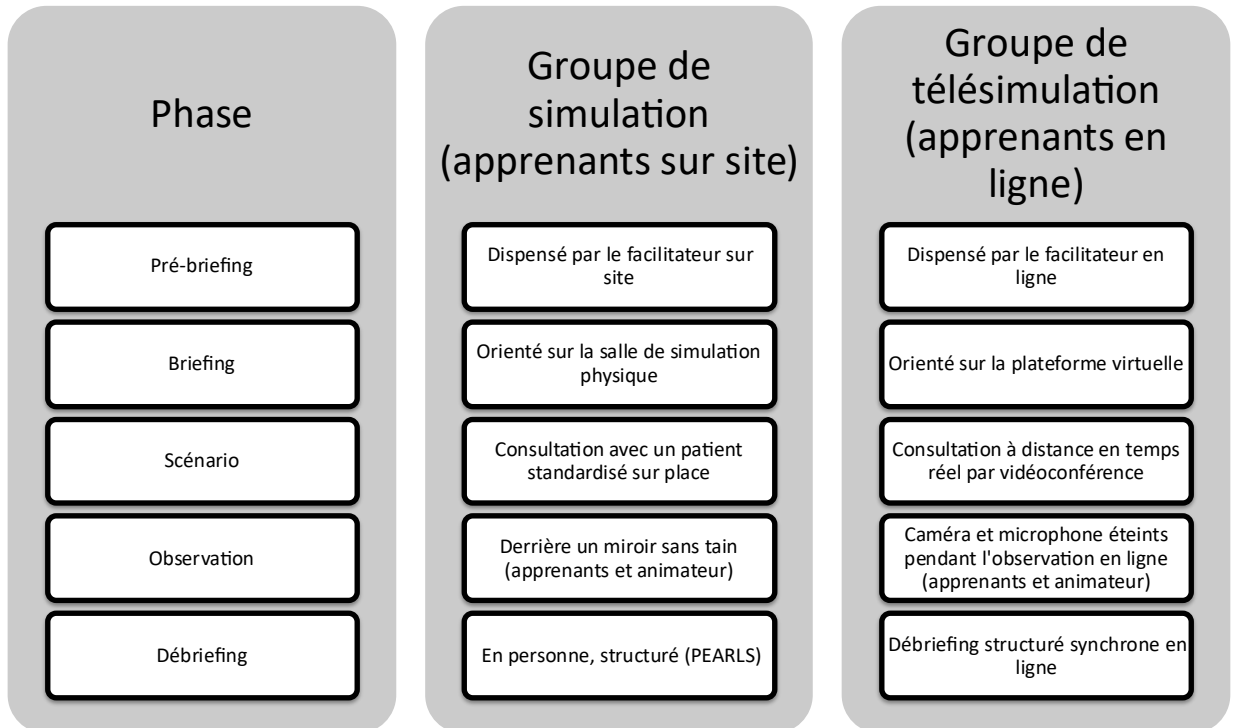
Une semaine après le pré-test, la journée de formation s'est déroulée soit au centre de simulation de l'Université de Liège pour le groupe de simulation, soit en ligne via Microsoft Teams® de l'institution pour le groupe de télésimulation. La formation a été dispensée en petits groupes, composés de deux à quatre étudiants par session. Le jour de la formation, tous les étudiants du groupe ont participé activement à la simulation/télésimulation, individuellement et à tour de rôle. Pendant ce temps, les autres étudiants observaient.

- *Pré-briefing, briefing et simulation*

Au cours du pré-briefing, un facilitateur a fourni des explications sur le déroulement de la journée et les règles de la simulation. Ce pré-briefing a été adapté pour la télésimulation (74,86). Un facilitateur a donné aux étudiants un briefing standardisé avec une présentation des salles de simulation/plateforme virtuelle, des objectifs et de la situation clinique. Les étudiants ont ensuite pris tour à tour part à un scénario de consultation infirmière avancée avec un patient standardisé, soit dans le centre de simulation (groupe de simulation traditionnelle), soit à distance par vidéoconférence (groupe de télésimulation). Chaque participant a joué un scénario unique, tandis que ses pairs et l'animateur observaient l'activité. L'observation s'est déroulée soit derrière un miroir sans tain (simulation traditionnelle), soit avec la caméra et le microphone désactivés (télésimulation). Dans le groupe de télésimulation, les étudiants ont mené une consultation virtuelle en temps réel avec un patient standardisé, chaque participant étant connecté à distance via une plateforme de vidéoconférence. Cette méthode de télésimulation a été choisie plutôt que le visionnage de vidéos parce qu'elle permettait aux étudiants d'être actifs dans la simulation (74). Chaque étudiant avait un scénario de télésimulation différent.

Pour plus de clarté, un résumé visuel des deux modalités est présenté dans la figure 2.

Figure 2. Comparaison des procédures de simulation entre les groupes



- *Facilitateurs*

Deux facilitateurs ont animé les sessions de simulation : un pour le groupe de télésimulation et un pour le groupe de simulation traditionnelle. Tous deux étaient titulaires d'un certificat universitaire en simulation d'un an et enseignaient dans le cadre du MSI.

- *Débriefing*

Le débriefing a été conduit selon la méthode PEARLS (87), reconnue pour structurer l'analyse réflexive post-simulation. À la suite de quoi les étudiants ont reçu des questionnaires papiers (groupe simulation) ou en ligne (groupe télésimulation) à remplir, qui comprenaient des questions sur leur satisfaction et l'évaluation du design de simulation. Le niveau de stress perçu a été évalué à différents moments de la formation. Pour le groupe de télésimulation uniquement, tous les apprenants ont participé à un focus group avec un facilitateur différent. Chaque focus

group s'est concentré sur cinq questions spécifiques concernant les perceptions et l'apprentissage des étudiants.

2.3.5. *Post-test 1 (T2)*

Le post-test 1 s'est déroulé une semaine après la formation dans le centre de simulation. Deux questionnaires papiers ont été distribués aux participants : l'un sur les connaissances et l'autre sur le sentiment d'auto-efficacité. Les chercheurs ont ensuite donné individuellement aux étudiants les consignes relatives à l'exercice de simulation. Les étudiants ont ensuite participé individuellement à une nouvelle simulation portant sur la consultation. Pendant la simulation, les consultations des étudiants sont filmées. Un facilitateur a fourni un feed-back général et un soutien émotionnel à chaque participant après la simulation. Un autre facilitateur a mené des entretiens individuels semi-structurés avec les participants du groupe de télésimulation uniquement. Les questions posées lors de ces entretiens portaient sur l'apprentissage, l'immersion et les perspectives d'avenir de la télésimulation. Ces questions ont été élaborées à partir des résultats qualitatifs des focus group précédents, dans le but d'améliorer la compréhension de certains sujets qui avaient déjà été abordés, tels que l'apprentissage.

2.3.6. *Post-test 2 (T3)*

Le post-test 2 s'est déroulé trois mois après la formation dans le centre de simulation. La procédure et les questionnaires du post-test 2 sont les mêmes que ceux du post-test 1.

2.4. Variables et instruments d'évaluation

2.4.1. *Données quantitatives*

Le modèle de Kirkpatrick (niveaux 1 et 2) a été utilisé pour évaluer la réaction des étudiants (satisfaction, stress, conception du design de la simulation) et leur apprentissage (connaissances, compétences, sentiment d'auto-efficacité) à différentes étapes dans les deux groupes (88). Ce modèle théorique définit l'apprentissage issu des programmes de formation en quatre niveaux : réaction, apprentissage, comportement et résultats (88). Le tableau 4 résume ces variables.

Tableau 4. Description des variables

Données	Variables	Instruments	Phase de l'étude
Données sociodémographiques	Âge	Ce questionnaire a été créé avec des questions fermées par les chercheurs de l'étude. Ce questionnaire comprend neuf questions à choix multiples concernant le sexe, l'âge, l'ancienneté professionnelle, l'expérience préalable en matière de consultation et la participation antérieure à des sessions de simulation.	Pré-test (T0)
	Sexe		
	Expérience professionnelle		
	Expérience antérieure en consultation infirmière		
	Expérience antérieure en simulation		
Niveau 1 de Kirkpatrick : réactions des participants	Satisfaction des étudiants	La satisfaction des apprenants a été évaluée immédiatement après l'intervention dans les deux groupes à l'aide de la sous-échelle « Satisfaction à l'égard de l'apprentissage actuel » de l'échelle de satisfaction et de confiance en soi des élèves dans l'apprentissage (52). Cette sous-échelle comprend 5 items, chacun noté sur une échelle de Likert à 5 points (1 = pas du tout d'accord à 5 = tout à fait d'accord), donnant un score total compris entre 5 et 25 (89).	Journée d'intervention (T1)
	Stress perçu	Le stress perçu a été évalué à l'aide d'une échelle d'évaluation numérique (0-10) spécialement créée pour cette étude, où 0 indiquait « pas du tout stressé » et 10 indiquait « très stressé ». Cette échelle a été utilisée à quatre moments prédéfinis tout au long de l'intervention afin de	Journée d'intervention (T1) : - Au tout début de la formation

		saisir les fluctuations à court terme du stress lié au processus de simulation.	<ul style="list-style-type: none"> - Juste avant la simulation/té-lésimulation - Juste après la simulation/té-lésimulation - Après le débriefing
	Design de la simulation	L'échelle de conception de simulation (SDS) a été utilisée pour évaluer la perception des apprenants concernant les cinq caractéristiques clés de la conception des activités de simulation : objectifs/informations, soutien, résolution de problèmes, rétroaction/réflexion guidée et fidélité (53). La SDS comprend 20 items notés sur une échelle de Likert à 5 points (1 = pas du tout d'accord à 5 = tout à fait d'accord), les scores les plus élevés reflétant une plus grande efficacité perçue de la conception de la simulation (90).	Journée d'intervention (T1)
	Connaissances sur la consultation infirmière	Les connaissances en matière de consultations infirmières avancées ont été évaluées à l'aide d'un questionnaire spécialement élaboré par l'équipe de recherche pour cette étude. Les instruments validés existants ont été jugés inadaptés, car ils ne correspondaient pas entièrement aux objectifs d'apprentissage visés et au modèle de consultation utilisé dans le programme d'études. Le	<ul style="list-style-type: none"> Pré-test (T0) Post-test 1 (T2) Post-test 2 (T3)

<p>Niveau 2 de Kirkpatrick : apprentissage (court et long terme)</p>		<p>questionnaire comprenait 10 questions à choix multiples (cinq options de réponse par question), directement liées au contenu théorique couvert dans le module d'apprentissage en ligne afin de garantir la pertinence du contenu. Chaque réponse correcte valait 1 point (sur une échelle de 0 à 10), les scores les plus élevés reflétant une meilleure acquisition des connaissances. La validité du contenu et la validité apparente ont été établies à l'aide d'une procédure Delphi impliquant des experts en pratique infirmière avancée et en consultation.</p>	
	<p>Compétences en matière de consultation</p>	<p>Les compétences en matière de consultation ont été évaluées à l'aide de l'échelle d'évaluation globale de la consultation de Calgary-Cambridge (CC-GCRS), un instrument validé dérivé du guide de Calgary-Cambridge pour l'entretien médical. La GCRS évalue la qualité globale de la communication clinique tout au long de la consultation, y compris l'initiation de l'interaction, la collecte d'informations, la compréhension commune et la prise de décision collaborative.</p> <p>L'échelle comprend 9 items notés sur une échelle de 3 points allant de 0 (non fait ou médiocre) à 2 (bon), les scores les plus élevés indiquant de meilleures compétences en matière de consultation. Toutes les consultations des étudiants ont</p>	<p>Pré-test (T0) Post-test 1 (T2) Post-test 2 (T3)</p>

		été enregistrées sur vidéo et notées de manière indépendante par deux experts (91).	
	Compétences en communication	Les compétences en communication ont été évaluées à l'aide de l'outil d'évaluation de la communication en matière de santé (HCAT), un instrument validé en anglais et en français pour évaluer les compétences en communication. Le HCAT comprend 21 items, chacun étant noté sur une échelle de Likert à 5 points allant de 1 = « pas du tout d'accord » à 5 = « tout à fait d'accord », pour un score total maximal de 105. Deux experts indépendants ont examiné toutes les consultations des étudiants (enregistrées sur vidéo) et ont rempli rétrospectivement la grille d'évaluation HCAT (92).	Pré-test (T0) Post-test 1 (T2) Post-test 2 (T3)
	Sentiment d'auto-efficacité et de maîtrise globale	Le sentiment d'auto-efficacité lié aux consultations infirmières avancées a été évalué avant et après l'intervention à l'aide d'un questionnaire créé par les chercheurs de l'étude. Cet instrument a été conçu pour correspondre aux étapes et aux compétences spécifiques requises dans le cadre des consultations infirmières avancées. La validité du contenu a été établie à l'aide d'une méthode Delphi avec un panel d'experts en pratique infirmière avancée. Le questionnaire comprenait deux sections. La première section comprenait	Pré-test (T0) Post-test 1 (T2) Post-test 2 (T3)

		16 items évaluant la maîtrise perçue des phases clés de la consultation, chacun étant noté sur une échelle numérique de 5 points allant de 0 (« ne s'applique pas ») à 5 (« excellent »), pour un score maximal de 80 points. La deuxième section évaluait la maîtrise globale perçue à l'aide d'une échelle unique de 0 à 5, les scores les plus élevés indiquant un plus grand sentiment d'auto-efficacité.	
--	--	---	--

2.4.2. *Données qualitatives*

Une approche écologique a été utilisée pour la phase qualitative, permettant une exploration en profondeur des perceptions des étudiants concernant cette nouvelle méthode pédagogique. Cette phase s'est déroulée en deux étapes portant exclusivement sur les étudiants du groupe de télésimulation.

- *Focus group*

Le jour de l'intervention, un deuxième facilitateur a animé les focus groups après le débriefing. Ces focus groups ont été réalisées en ligne avec trois à quatre apprenants par groupe, qui sont restés dans les mêmes groupes que lors des activités de télésimulation afin de maintenir la continuité de l'interaction. Le facilitateur a fourni des explications avant de poser cinq questions ouvertes à l'ensemble du groupe. Ces questions portaient sur les perceptions générales des participants à l'égard de la formation en télésimulation, les points positifs et les points à améliorer dans la formation, les différences d'apprentissage par rapport à la simulation traditionnelle et leurs points de vue sur l'intégration de la télésimulation dans le cursus de formation des IPA. Les focus group ont été enregistrés avec l'accord préalable des participants.

- *Entretiens individuels semi-structurés*

Au cours du post-test 1 sur place, tous les étudiants du groupe de télésimulation ont participé à des entretiens individuels semi-structurés. Ces entretiens ont été menés après des simulations

individuelles dans une salle séparée avec un autre animateur. Six questions regroupées en trois domaines thématiques préétablis (apprentissage, immersion et perspectives d'avenir) ont été posées (annexe 3). Ces thèmes ont d'abord été dérivés de l'analyse des focus group, puis affinés grâce à un examen collaboratif par l'équipe de recherche avant d'être utilisés pour structurer les entretiens individuels. D'autres éléments émergents identifiés au cours des entretiens ont ensuite été intégrés dans l'analyse thématique finale. Tous les entretiens ont été enregistrés avec le consentement des participants.

2.5. Validation des outils

Tous les questionnaires non validés relatifs à l'évaluation des connaissances et à l'auto-efficacité ont été validés pour leur pertinence et leur clarté à l'aide de la méthode Delphi, impliquant des experts en consultation infirmière. Les questionnaires élaborés ont été présentés à neuf experts lors du premier tour du Delphi. Sur la base de leurs retours, les chercheurs ont ajusté les questionnaires pour le deuxième tour. À cette étape, six experts ont répondu, et leurs évaluations ont confirmé la validité des questions. Étant donné que les critères de consensus ont été remplis après le deuxième tour, un troisième tour a été organisé uniquement pour confirmer la stabilité des notes attribuées par les experts, sans demander de nouvelle notation. Ils ont évalué la clarté et la pertinence des questionnaires à l'aide d'une échelle de Likert structurée comme suit : 0 = non applicable à 5 = excellent. Les questionnaires étaient considérés comme valides si la moyenne des scores était supérieure ou égale à 4 et si l'écart interquartile était inférieur ou égal à 1 pendant deux tours consécutifs.

2.6. Analyse des données

- Données quantitatives

Pour les données quantitatives, les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Rx64 Commander® (version 4.2.2). Des statistiques descriptives ont été calculées au moyen de tests de proportions (χ^2), exprimées sous forme de fréquences et de pourcentages, afin d'examiner les caractéristiques socio-professionnelles des deux groupes.

Dans un premier temps, l'évolution de chaque variable quantitative a été analysée au cours du temps au sein de chaque groupe. Dans un second temps, l'évolution de ces variables a été comparée entre le groupe télésimulation et le groupe simulation. Les scores de satisfaction et de design de la simulation ont été comparés entre les deux groupes à un temps de mesure unique à l'aide de tests t de Student pour échantillons indépendants ou de tests de Mann–Whitney lorsque l'hypothèse de normalité n'était pas respectée.

Le stress perçu a été évalué à quatre temps au cours de la journée de formation. Son évolution au sein de chaque groupe a été analysée à l'aide du test de Friedman, suivi, en cas de résultat significatif, de tests post hoc de Wilcoxon pour données appariées avec correction de Bonferroni. Les différences d'évolution entre les groupes ont ensuite été examinées en conséquence.

Les scores de connaissances ont été analysés à l'aide d'analyses de variance à mesures répétées (ANOVA) afin d'évaluer les variations entre les trois temps de mesure, au sein des groupes et entre les groupes, lorsque les résidus satisfaisaient aux conditions de normalité. Les compétences de consultation, les compétences communicationnelles, le sentiment d'auto-efficacité et la maîtrise globale ont été évalués aux mêmes trois temps de mesure. En raison de distributions non normales, le test de Friedman a été utilisé pour analyser les variations temporelles au sein de chaque groupe, suivi, en cas de significativité, de comparaisons deux à deux à l'aide de tests de Wilcoxon avec ajustement de Bonferroni. Des tests de Mann–Whitney ont ensuite été appliqués pour comparer les évolutions entre les groupes.

Afin d'évaluer la fidélité inter-évaluateurs des scores de performance en consultation, des coefficients de corrélation intraclass (CCI, accord absolu pour un évaluateur unique) ont été calculés. Des valeurs élevées de CCI (proches de 1) indiquent un fort degré de concordance entre les experts.

Les tailles d'effet ont été rapportées sous forme de moyennes et d'écart-types pour les variables suivant une distribution normale, et de médianes accompagnées des intervalles interquartiles pour les variables à distribution asymétrique. Le seuil de significativité a été fixé à $p < 0,05$ pour l'ensemble des analyses, sauf en cas d'ajustement par correction de Bonferroni.

- Données qualitatives

Les données qualitatives ont été analysées selon une analyse thématique inductive telle que décrite par Braun et Clarke (93). Les focus groups ont été conduits en premier lieu afin d'explorer les perceptions globales des étudiants à l'égard de la télésimulation et de permettre l'émergence de thèmes sans hypothèses préalables. Les enregistrements audios ont été intégralement retranscrits et un codage initial a été réalisé par l'investigatrice principale. Un second chercheur a vérifié la qualité des transcriptions afin d'éviter toute erreur.

Les thèmes émergents nécessitant un approfondissement, en particulier ceux relatifs à l'apprentissage, à l'immersion et aux perspectives futures, ont ensuite été affinés de manière collaborative au sein de l'équipe de recherche. Ces trois thèmes ont servi de base à l'élaboration de six questions pour les entretiens individuels semi-structurés réalisés ultérieurement. Les données issues des entretiens ont été analysées de manière itérative, selon la même approche analytique, afin de confirmer, nuancer et approfondir les thèmes identifiés lors des groupes de discussion. Enfin, les tendances observées dans l'ensemble des données ont été comparées afin de dégager des thèmes généraux reflétant les perceptions et les expériences des étudiants en matière de télésimulation.

- Intégration des données

Cette étude a suivi une méthodologie mixte dans laquelle des données quantitatives et qualitatives ont été collectées simultanément et analysées séparément avant d'être intégrées lors de l'interprétation. L'intégration a suivi un objectif de complémentarité, ce qui signifie que les résultats qualitatifs ont été utilisés pour améliorer l'explication et l'interprétation des résultats quantitatifs. Les analyses quantitatives ont évalué l'impact de la télésimulation sur la réaction et l'apprentissage, conformément aux niveaux 1 et 2 de Kirkpatrick. La composante qualitative a permis d'explorer plus en détail la perception des étudiants à l'égard de la télésimulation, fournissant ainsi un aperçu des mécanismes sous-jacents aux résultats quantitatifs, notamment en ce qui concerne la satisfaction, le stress et l'apprentissage perçu. L'intégration a été réalisée par une interprétation conjointe, qui a consisté à comparer les points de convergence ou de divergence entre les différents éléments du modèle de Kirkpatrick afin de tirer des conclusions plus complètes sur l'efficacité de la télésimulation dans la formation des IPA.

2.7. Considérations éthiques

Cette étude a été approuvée par le Comité d'éthique hospitalo-facultaire universitaire de Liège (numéro de référence : 2023/207). Tous les participants ont signé un consentement éclairé préalable à leur inclusion dans l'étude. De plus, ces participants ont autorisé l'enregistrement vidéo, lequel, tout comme les questionnaires, a fait l'objet d'un processus de pseudonymisation afin de garantir la confidentialité des données.

3. Résultats

3.1. Données sociodémographiques

Sur les 25 étudiants inscrits au programme de formation IPA, quatre ont abandonné et quatre ont refusé de participer à l'étude. L'échantillon final de l'étude était composé de 17 étudiants, dont neuf dans le groupe de télésimulation et huit dans le groupe de simulation classique. Le tableau 5 présente les données sociodémographiques des étudiants par groupe.

Tableau 5. *Données sociodémographiques*

Variables	Groupe		P-valeur
	Groupe de simulation (n = 8)	Groupe de télésimulation (n = 9)	
Âge, n (%)			0.33
Moins de 25 ans	5 (63)	2 (23)	
25 à 30 ans	1 (12)	3 (33)	
31 à 40 ans	2 (25)	3 (33)	
Plus de 40 ans	0 (0)	1 (11)	
Sexe, n (%)			0.86
Homme	3 (37)	3 (33)	
Femme	5 (63)	6 (67)	
Travail, n (%)			0.45
Oui	6 (75)	8 (89)	
Non	2 (25)	1 (11)	

Expérience de travail, n (%)			0.81
Moins de 1 an	3 (38)	3 (33)	
1 à 5 ans	3 (38)	3 (33)	
6 à 10 ans	2 (24)	2 (22)	
Plus de 10 ans	0 (0)	1 (11)	
Expérience en consultation, n (%)			0.86
Oui	3 (37)	3 (33)	
Non	5 (63)	6 (67)	
Nombre de consultations réalisées, n (%)			0.65
1 fois	0 (0)	0 (0)	
2 à 5 fois	0 (0)	0 (0)	
6 à 10 fois	0 (0)	0 (0)	
Plus de 10 fois	3 (100)	3 (100)	
Expérience en simulation, n (%)			0.81
Oui	8 (100)	9 (100)	
Non	0 (0)	0 (0)	

Les deux groupes sont homogènes en termes de caractéristiques sociodémographiques.

3.2. Données quantitatives

3.2.1. Évolution des variables au sein du groupe de simulation aux différents temps

- Réactions des participants

Les participants ont exprimé un haut niveau de satisfaction tant à l'égard de la formation que de la conception du dispositif de simulation (21/25). Les niveaux de stress n'ont pas changé de manière significative au fil du temps ($p = 0.08$).

- *Apprentissage*

Les variables connaissances ($p < .001$), compétences en consultation ($p < .001$) et compétences en communication ($p < .001$) étaient significativement corrélées positivement avec le temps. La variable de connaissance n'était significativement différente ($p = 0.04$) qu'entre le pré-test et le post-test 2. Les variables des compétences en communication et consultation ont toutes deux changé de manière significative entre le pré-test et le post-test 1 ($p = 0.03$; $p < .001$) et entre le pré-test et le post-test 2 ($p = 0.02$; $p < .001$). Les variables du sentiment d'auto-efficacité et de la maîtrise globale n'ont pas changé de manière significative au fil du temps.

3.2.2. Évolution des variables au sein du groupe de télésimulation aux différents temps

- *Réactions des participants*

Les participants ont rapporté une satisfaction élevée vis-à-vis de la formation (23/25) et du design pédagogique de la télésimulation. Les niveaux de stress ont changé de manière significative au cours des quatre temps ($p < .001$). Le stress perçu a diminué de manière significative entre le début de la journée et le débriefing ($p = 0.04$), avant la simulation et le débriefing ($p = 0.01$), et après la simulation et le débriefing ($p = 0.04$).

- *Apprentissage*

Les variables connaissances ($p < .001$), sentiment d'auto-efficacité ($p < .001$), maîtrise globale ($p = 0.02$), de compétences en consultation ($p < .001$) et de compétences en communication ($p < .001$) étaient significativement corrélées positivement avec le temps. La variable connaissances différait significativement entre le pré-test et le post-test 2 ($p = 0.04$) et entre les deux post-tests ($p = 0.01$). Les variables auto-efficacité, maîtrise globale et compétences en communication et consultation ont augmenté de manière significative entre le pré-test et le post-test 1 et entre le pré-test et le post-test 2.

3.2.3. Différences d'évolution entre les deux groupes de simulation et de télésimulation

Les groupes de simulation et de télésimulation ont été mis en comparaison afin d'évaluer les différences d'évolution de leur apprentissage au fil du temps. Le tableau 6 présente ces résultats et les p-valeurs globales.

Tableau 6. Différences d'évolution entre les groupes de simulation et de télésimulation

Variables	Temps	Groupe de simulation (n = 8) Moyenne \pm SD	Groupe de télésimulation (n = 9) Moyenne \pm SD	P-valeur*
Satisfaction des étudiants (/25)	T1	21.9 (\pm 2.6)	23.3 (\pm 1.6)	0.18
Stress perçu (/10)	T1 (Au tout début de la formation)	4.8 (\pm 2.3)	3.8 (\pm 2.6)	0.99
	T1 (Juste avant la simulation/télésimulation)	5.5 (\pm 2.3)	5.2 (\pm 3.3)	
	T1 (Juste après la simulation/télésimulation)	4.1 (\pm 2.4)	3.9 (\pm 3.0)	
	T1 (Après le débriefing)	3.3 (\pm 2.8)	1.0 (\pm 1.0)	
Conception de simulation (/100)	T1	88.1 (\pm 8.4)	92.8 (\pm 5.8)	0.21
Connaissances (/50)	T0	42.1 (\pm 3.6)	39.8 (\pm 5.3)	0.22
	T2	43.4 (\pm 2.5)	43.1 (\pm 1.6)	
	T3	46.0 (\pm 1.7)	45.0 (\pm 1.7)	
Compétences en consultation (/24)	T0	10.8 (\pm 2.5)	11.4 (\pm 2.6)	0.52
	T2	15.6 (\pm 1.5)	16.2 (\pm 2.7)	
	T3	16.3 (\pm 0.8)	16.2 (\pm 1.7)	
	T0	71.7 (\pm 8.3)	75.7 (\pm 5.5)	0.18
	T2	82.2 (\pm 1.9)	84.7 (\pm 4.8)	

Compétences en communication (/105)	T3	84.4 (±3.0)	85.6 (±5.1)	
Sentiment d'auto-efficacité (/80)	T0	57.8 (±3.9)	51.9 (±5.3)	0.08
	T2	60.0 (±5.8)	59.8 (±7.2)	
	T3	62.6 (±9.4)	66.6 (±6.3)	
Maîtrise globale (/5)	T0	3.1 (±1.0)	3.0 (2.8-3.0)	0.36
	T2	3.4 (±0.5)	4.0 (3.0-4.0)	
	T3	3.6 (±0.8)	4.0 (3.5-4.0)	

SD = écart type

* = P-valeur globale entre ces deux groupes

Aucune différence significative n'a été observée dans l'évolution des variables au fil du temps entre les deux groupes.

3.3. Données qualitatives

L'analyse qualitative, basée sur trois focus group et neuf entretiens individuels, a permis d'identifier six thèmes principaux qui reflètent les perceptions et les expériences des étudiants en matière de télésimulation. Premièrement, les étudiants ont souligné des avantages évidents, notamment une réduction du stress et une plus grande commodité, notant que la participation à distance leur permettait de se sentir « moins jugés et plus à l'aise pour s'exprimer » et que « le fait de ne pas avoir à se déplacer leur faisait gagner beaucoup de temps ». Deuxièmement, ils ont signalé des limites, principalement liées à l'absence de présence physique, qui rendait les signaux non verbaux plus difficiles à interpréter : « On ne voit pas tous les gestes ni le langage corporel ». Les étudiants ont également formulé des suggestions d'amélioration, notamment en ce qui concerne la clarté des scénarios et la stabilité technique : « Le cas doit être plus précis, car nous ne savons pas toujours jusqu'où aller ». En comparant la télésimulation à la simulation traditionnelle, ils ont estimé que la télésimulation était bien adaptée aux compétences de consultation, mais moins appropriée pour les techniques pratiques, car « la communication fonctionne bien, mais les procédures techniques nécessitent vraiment un travail en personne ». Un cinquième thème reflétait un soutien massif à l'intégration de la télésimulation dans le programme d'études, en particulier en tant que modalité complémentaire plutôt que de

remplacement : « Ce serait formidable de mélanger les deux, chacune apportant quelque chose de différent ». Enfin, les étudiants ont identifié des facilitateurs d'apprentissage, notamment les petits groupes, l'immersion et le soutien des animateurs : « Le fait d'être dans un petit groupe vous aide à participer davantage et à vous sentir impliqué ». Le tableau 7 donne un aperçu détaillé de ces thèmes et sous-thèmes.

Tableau 7. *Analyse thématique*

Thèmes	Sous-thèmes
1. Avantages perçus de la telesimulation	Réduction du stress
	Petit groupe et flexibilité logistique
2. Défis et limites de la télésimulation	Perte de réalisme
	Technique et contraintes environnementales
3. Suggestions d'amélioration	Clarification du scénario
	Amélioration de l'infrastructure
4. Comparaison avec la simulation classique	Compétences similaires pour certains exercices
	Limites pour des gestes techniques
5. Perspectives sur l'intégration dans le curriculum	Intégration favorable
	Combinaison avec la simulation classique
6. Facteurs d'apprentissage	Immersion
	Petits groupes
	Qualité du facilitateur
	Briefing clair

3.4. Intégration des données

Afin d'améliorer l'intégration des résultats issus de la méthode mixte et de proposer une interprétation globale, une présentation conjointe a été élaborée afin d'aligner les résultats quantitatifs avec les données qualitatives (Tableau 8). Cette présentation intégrée illustre comment les expériences subjectives des étudiants ont contribué à la compréhension des effets

mesurés de la télésimulation sur les résultats d'apprentissage, le stress et les perceptions du développement des compétences de consultation.

Tableau 8. *Présentation conjointe intégrant les résultats quantitatifs et les thèmes qualitatifs*

Niveau de Kirkpatrick	Variables	Résultats quantitatifs	Données qualitatives	Interprétation
Niveau 1 — Réaction	Satisfaction	Satisfaction élevée à T1 (23/25)	Thème 1 — Avantages perçus de la télésimulation « Permet une meilleure participation parce que nous sommes en petit groupe, c'est plus dynamique. »	La satisfaction est soutenue par un sentiment de confort, le travail en petits groupes et la flexibilité logistique
	Conception de la simulation	Score SDS élevé (≈ 90/100)	Thème 1 — Avantages perçus de la télésimulation « Le formateur nous a bien guidés. »	La perception d'une structure claire et d'un accompagnement pédagogique est cohérente avec le score SDS
	Stress perçu	Diminution du stress sur les 4 temps de mesure	Thème 1 — Avantages perçus de la télésimulation « C'est moins stressant d'être chez soi. »	La réduction du stress semble liée à la diminution du regard des pairs et à un environnement familial

Niveau 2 — Apprentissage	Connaissances	Amélioration significative de T0 à T3	Thème 4 — Comparaison avec la simulation classique « J’ai appris la consultation autant qu’en simulation classique. »	Les gains quantitatifs sont renforcés par la perception d’une efficacité d’apprentissage équivalente
	Compétences en communication	Amélioration significative	Thème 4 — Comparaison avec la simulation classique « Je ne pensais pas pouvoir aussi bien communiquer à distance ! »	Le développement des compétences centrées sur la communication est bien soutenu en ligne
	Compétences de consultation	Amélioration significative	Thème 4 — Comparaison avec la simulation classique « Les consultations fonctionnent très bien en télésimulation. »	Une meilleure participation et un engagement actif peuvent expliquer les gains de performance
	Auto-efficacité	Amélioration significative	Thème 6 — Facteurs d’apprentissage	L’amélioration perçue des capacités est

			« Je me sens plus confiant dans ma façon de mener la consultation. »	cohérente avec les progrès mesurés
	Maîtrise globale	Augmentation des perceptions de compétence	Thème 6 — Facteurs d'apprentissage « Le petit groupe nous aide à oser davantage prendre la parole. »	Le contexte social favorise le développement de l'auto-efficacité et des compétences
Limites	—	—	Thème 2 — Défis et limites de la télésimulation « On ne voit pas les signaux non verbaux. » « Les problèmes techniques cassent le rythme. »	Le développement des compétences est limité pour les dimensions relationnelles fines et les indices physiques
Perspectives futures	—	—	Thème 5 — Perspectives d'intégration dans le cursus « Cela devrait être combiné avec la simulation en présentiel. »	Soutient une intégration curriculaire dans un modèle hybride

4. Discussion

Nos résultats indiquent une amélioration des compétences et des connaissances au fil du temps dans les deux groupes, sans différence significative entre les deux modalités. Les étudiants perçoivent une expérience d'apprentissage similaire, quelle que soit la modalité utilisée. Ces résultats sont soutenus par d'autres études dans des contextes variés (74), qui ne démontrent aucune supériorité d'une modalité sur l'autre (67,74,94,95). Les deux approches offrent un environnement interactif favorisant la résolution de problèmes, la prise de décision et le développement des compétences. De plus, l'engagement cognitif dans la télésimulation semble comparable à celui de la simulation classique (96–98).

Par ailleurs, nos données indiquent une réduction du stress en télésimulation. Les étudiants expliquent ce ressenti par un sentiment de sécurité accru à domicile, lié notamment à l'absence de jugement visuel quand les caméras sont éteintes. Cette constatation est particulièrement intéressante, car elle soulève des questions sur la réduction du stress, la sécurité psychologique et l'impact potentiel de l'absence de regard dans la télésimulation. Une étude n'a révélé aucune différence significative dans les scores de sécurité psychologique entre les simulations animées à distance et les simulations en personne (99), ce qui suggère que la télésimulation peut fournir un environnement d'apprentissage aussi sûr. L'absence de contact visuel direct, par exemple lorsque les caméras sont éteintes, a pour effet que les participants se concentrent davantage sur la tâche sans craindre d'être jugés par les autres. Cela s'aligne sur les résultats selon lesquels la sécurité psychologique est cruciale dans les environnements de simulation, car elle permet aux apprenants de faire des erreurs et de recevoir des commentaires constructifs sans craindre de répercussions négatives.

Enfin, la télésimulation mobilise moins de ressources matérielles, tout en nécessitant une infrastructure technologique fiable. Les ressources humaines restent similaires. Un avantage notable réside dans la suppression des déplacements, qui représente un bénéfice en matière de flexibilité, d'écologie et d'accessibilité des formations en contexte d'enseignement à distance (100,101).

Dans notre étude, les étudiants ont identifié les facteurs d'apprentissage suivants dans la télésimulation : immersion, petits groupes, qualité du facilitateur et briefing clair. Une

précédente étude a identifié les principaux facteurs de succès de la télésimulation, notamment une préparation adéquate, une connaissance technologique, des groupes de petite taille et des briefings approfondis (102). Des instructions claires avant la simulation et un facilitateur formé aident à développer le sentiment de réalisme et de confiance. En effet, en télésimulation, certaines caractéristiques du patient sont moins perceptibles, d'où la nécessité d'un briefing précis. L'importance d'être en petits groupes est également soulignée pour tirer le meilleur profit de l'apprentissage, car la participation est favorisée et les apprenants prennent confiance. D'autres études ont noté l'effet positif de la télésimulation en petits groupes, car elle permet à chacun d'être actif et de s'exprimer librement (102,103). Cette approche garantit une interaction efficace entre les facilitateurs et les apprenants tout en maintenant une qualité d'apprentissage optimale (85).

L'immersion constitue également un déterminant majeur de l'apprentissage. Elle est principalement définie dans les environnements de RV (104,105) et décrit dans quelle mesure un système de RV peut prendre en charge les contingences sensorimotrices naturelles de la perception (106,107). Il s'agit d'un élément clé, car l'immersion détermine la capacité des participants à s'engager pleinement dans un environnement d'apprentissage et est essentiel pour maximiser l'efficacité éducative (108). Divers facteurs, tels que les possibilités d'interaction, l'engagement des participants, la fidélité ou le SdP, influencent l'immersion (45). Les notions de SdP et immersion ne doivent pas être confondues. Le SdP est, lui, l'expérience subjective d'être dans un environnement même si l'utilisateur est physiquement présent dans un autre environnement (106,107). Ce terme correspond mieux au sentiment décrit par les étudiants de notre étude.

Les normes de bonnes pratiques en matière de simulation de l'INACSL (85) mettent également en avant ces éléments essentiels dans les simulations traditionnelles. La modalité de simulation doit être prise en compte pour s'assurer qu'elle est adaptée aux objectifs pédagogiques, mais elle ne garantit pas en soi l'apprentissage (101). Toute une série de facteurs doivent être considérés pour assurer l'apprentissage. Ces paramètres doivent être soigneusement pris en compte, de la conception à la mise en œuvre de la télésimulation, afin d'en maximiser l'impact pédagogique.

Les étudiants se montrent globalement favorables à l'intégration de la télésimulation dans l'enseignement des compétences de consultation. Ils soulignent également son potentiel pour d'autres compétences comme l'entretien motivationnel ou l'annonce de mauvaises nouvelles

(74). Ces résultats pourraient guider une intégration progressive de la télésimulation dans les programmes IPA. Cependant, la télésimulation présente certaines limites (59), notamment pour l'enseignement des gestes techniques, où la simulation procédurale reste plus adaptée. Son intégration doit donc être complémentaire à la simulation classique, afin d'offrir une diversité d'expériences d'apprentissage. La combinaison de ces approches et des méthodes pédagogiques traditionnelles est jugée bénéfique, car toutes présentent des avantages et limites complémentaires (94). La littérature soutient cette perspective, indiquant que, malgré ses avantages, la télésimulation ne peut pas remplacer entièrement la simulation en présentiel notamment pour l'enseignement des compétences techniques (74). Nos résultats qualitatifs soutiennent cette vision, les étudiants privilégiant une complémentarité entre les deux modalités.

Par ailleurs, certains étudiants estiment qu'il est préférable de commencer par la simulation traditionnelle avant d'aborder la télésimulation. Cela interroge sur la nécessité d'une expérience préalable. Or, les recherches ne confirment pas que cette familiarité préalable avec la simulation est indispensable. Une étude sur la transition de la simulation en présentiel vers la télésimulation ne stipule pas la nécessité d'une expérience antérieure (100). Une familiarité préalable peut améliorer le confort, mais n'est pas requise pour garantir une expérience optimale en télésimulation.

Certaines limites ont également été relevées, telles que le manque de réalisme, les problèmes de connexion et l'impossibilité de réaliser des gestes techniques, ce que confirment d'autres études (74). Pour y remédier, les étudiants recommandent d'adapter le pré-briefing et les scénarios, et d'améliorer l'infrastructure du réseau. Il est aussi essentiel d'informer en amont les étudiants sur les outils utilisés et de s'assurer de posséder une connexion internet fiable (86). Un pré-briefing clair, un briefing structuré et des objectifs adaptés renforcent également le sentiment de réalisme (109).

Enfin, le choix du mode de télésimulation mérite réflexion. Divers outils sont utilisés (visioconférence, mannequins, patients standardisés, environnements 3D), avec une efficacité comparable (110). Le choix doit se fonder sur le rapport coût-bénéfice et les objectifs pédagogiques. En l'absence de directives claires, il serait pertinent d'élaborer des recommandations pour encadrer les bonnes pratiques en télésimulation.

5. Limites

L'étude comporte plusieurs limites, notamment la taille réduite de l'échantillon qui restreint la validité externe et la généralisation des résultats. Un biais concerne l'influence potentielle d'autres cours ou stages suivis par les étudiants durant la période de l'étude. Les améliorations observées entre le pré-test et les post-tests ne reflètent peut-être pas uniquement l'impact de la formation dispensée. Enfin, l'évaluation du stress reposait sur une simple échelle numérique, ce qui peut introduire un biais de perception.

6. Conclusion

La télésimulation contribue de manière significative à l'amélioration des compétences, des connaissances et du sentiment d'auto-efficacité des étudiants IPA en consultation, tout en réduisant leur niveau de stress. Bien qu'elle soit limitée par son manque d'interactions physiques, son intégration dans une approche hybride avec la simulation classique et les méthodes traditionnelles permettrait d'en maximiser les bénéfices. Des recommandations claires et des études complémentaires sont nécessaires pour guider son intégration dans les formations IPA et élargir son usage à d'autres compétences clés. Des études supplémentaires sont également nécessaires pour mieux comprendre le lien entre les facteurs d'apprentissage identifiés dans cette étude et les processus d'apprentissage.

7. Évolution du questionnement

Le chapitre 2 s'est attaché à explorer la télésimulation comme une modalité pédagogique alternative, susceptible de répondre aux obstacles précédemment identifiés, en évaluant son impact sur l'apprentissage des compétences de consultation chez les étudiants IPA, comparativement à la simulation traditionnelle en présentiel.

Les résultats quantitatifs de cette étude montrent que la télésimulation permet, au même titre que la simulation traditionnelle, de soutenir l'apprentissage des compétences de consultation, sans différence majeure en termes de connaissances, compétences et sentiment d'auto-efficacité. Ces résultats couplés aux résultats qualitatifs suggèrent que la télésimulation constitue une option pédagogique pertinente dans le cadre de la formation des IPA, notamment

lorsqu'il s'agit de développer des compétences de consultation, centrales à leur futur rôle clinique.

L'analyse qualitative apporte également un éclairage complémentaire concernant les processus d'apprentissage à l'œuvre en télésimulation. Les étudiants décrivent notamment des facteurs facilitant leur apprentissage, tels que le travail en petits groupes, la qualité du briefing et du débriefing, le rôle du facilitateur, ainsi que leur SdP. Ces résultats mettent en évidence que l'efficacité pédagogique de la simulation, et plus spécifiquement de la télésimulation, ne repose pas uniquement sur la modalité technique utilisée, mais également sur la manière dont les apprenants vivent l'expérience immersive proposée. Ils suggèrent que le SdP pourrait jouer un rôle dans les apprentissages.

Dans le contexte de la formation des IPA, cet élément de SdP revêt une importance particulière. Le rôle des IPA implique en effet une forte capacité à se projeter dans des situations cliniques complexes, à interagir avec les patients et les équipes de soins, et à exercer un jugement clinique avancé. Si le SdP constitue un levier favorisant l'apprentissage de ces compétences complexes, il apparaît dès lors essentiel d'en tenir compte dans la conception et l'implémentation des dispositifs de simulation intégrés aux cursus IPA.

Ces constats ont conduit à une nouvelle évolution de notre questionnement. Après avoir comparé l'efficacité pédagogique de la simulation traditionnelle et de la télésimulation, il est apparu nécessaire de mieux comprendre les mécanismes sous-jacents à l'apprentissage en simulation, en s'intéressant plus spécifiquement au lien entre apprentissage et SdP. Cette réflexion s'inscrit dans une perspective d'optimisation des parcours de formation des IPA, visant à en maximiser l'impact pédagogique.

Dans cette optique, la réalité virtuelle est apparue comme un terrain d'étude particulièrement pertinent. En tant que modalité de simulation immersive, elle permet d'explorer le SdP, en offrant un environnement contrôlé dans lequel il est possible de mesurer simultanément les performances, les variables individuelles et l'expérience subjective des participants. L'étude du SdP en réalité virtuelle permet ainsi d'analyser les relations entre modalité de simulation, SdP et apprentissage.

Le chapitre suivant s'inscrit donc dans la continuité directe de ces travaux et vise à analyser l'impact de la réalité virtuelle sur les performances des professionnels de la santé en formation initiale, en s'intéressant plus spécifiquement au rôle du SdP afin d'approfondir la compréhension des mécanismes impliqués dans l'apprentissage en simulation immersive. Le choix de s'intéresser à des professionnels de la santé en formation initiale s'explique par le contexte belge de l'époque, dans lequel aucune institution ne disposait encore de dispositifs de réalité virtuelle intégrés aux programmes de formation des IPA, rendant nécessaire l'exploration de ces mécanismes auprès d'une population accessible.

Impact de la réalité virtuelle sur les performances des professionnels de la santé en formation initiale

Chevalier, S., Paquay, M., Goffoy, J., Servotte, J. C., Stipulante, S., & Ghuysen, A. (2023). Impact of virtual reality on performance among undergraduate healthcare professionals: A cross-sectional study. *International Journal of Healthcare Management*, 1–10.

« Il n'est pas de bonne pédagogie qui ne commence par éveiller le désir d'apprendre. »

François de Closets

1. Introduction

L'utilisation de la simulation numérique, et plus particulièrement de la réalité virtuelle (RV), s'est considérablement développée dans le domaine de la formation des professionnels de la santé (46,111,112). Grâce à divers dispositifs technologiques, tels que les casques immersifs et les manettes, la RV permet aux apprenants de s'immerger dans des environnements simulés réalistes et interactifs. Elle est souvent valorisée pour sa capacité à renforcer l'engagement, la motivation et l'attention des étudiants, et en fait donc un outil pédagogique attrayant dans les environnements d'apprentissage contemporains (113). La RV est désormais reconnue comme un levier majeur de l'enseignement en soins infirmiers (114).

Toutefois, malgré cet engouement, de nombreuses incertitudes persistent quant à l'efficacité réelle de la RV (112) comparée à des méthodes de formation plus traditionnelles. Certaines études récentes n'ont pas démontré de supériorité significative de la RV en matière d'acquisition de compétences ou d'amélioration des performances, que ce soit par rapport aux supports vidéo ou aux mannequins de simulation basse ou haute fidélité (114). Ces résultats suggèrent que la modalité de simulation, en elle-même, pourrait avoir une influence limitée sur les performances des apprenants (115).

En revanche, le concept du SdP est ressorti comme un facteur important dans la recherche en RV. Le SdP est défini comme « un état de conscience basé sur la perception d'être là dans des environnements RV » (47). Plusieurs travaux ont indiqué que des niveaux plus élevés de SdP étaient associés à de meilleures performances (115,116), laissant supposer qu'un environnement virtuel immersif bien conçu, favorisant un fort SdP, pourrait optimiser les apprentissages (115). Toutefois, cette relation n'est pas univoque. Une étude a mis en évidence que si la RV immersive augmentait effectivement le SdP, elle pouvait simultanément induire une charge cognitive plus importante, avec des effets négatifs sur les résultats d'apprentissage (116). Ces données révèlent une complexité dans l'interaction entre le SdP et la performance. La littérature récente met donc en évidence un lien ambivalent entre le SdP et la performance. Si certains

contextes pédagogiques bénéficient d'un SdP élevé, d'autres ne montrent aucun effet notable, voire révèlent des résultats contrastés. Aucune conclusion claire ne permet à ce jour de généraliser l'impact du SdP sur les performances des apprenants, que ce soit en matière de compétences techniques ou non techniques.

Ce manque de consensus souligne la nécessité d'approfondir la compréhension des mécanismes à l'œuvre et d'adapter les environnements immersifs dans divers contextes éducatifs. Une autre limite méthodologique récurrente est le recours à des méthodologies de recherche qualitatives ou descriptives, au détriment d'analyses quantitatives rigoureuses qui permettraient d'objectiver davantage les liens entre le SdP et la performance. De plus, la population cible de ces études reste largement centrée sur les étudiants en soins infirmiers, limitant la portée et la généralisation des résultats à d'autres groupes de professionnels de la santé. Actuellement, les formations IPA en Belgique n'utilise pas la modalité de RV. Pour surmonter ces limites, une approche plus intégrée combinant des méthodes qualitatives et quantitatives et s'intéressant à un éventail plus large de populations et de compétences semble nécessaire. Cela aiderait à mieux comprendre comment le SdP agit selon les types d'apprentissage ciblés et les contextes de simulation utilisés.

C'est dans cette perspective que s'inscrit la présente étude, qui explore l'impact de la RV et plus spécifiquement du SdP sur les compétences non techniques, notamment la prise de décision, dans une simulation immersive d'incident de masse.

2. Méthodes

2.1. Conception de l'étude

Une étude observationnelle analytique transversale a été réalisée pour répondre aux questions de recherche suivantes :

- 1) Quel est l'impact de la RV, y compris du SdP, sur les compétences non techniques telle la prise de décision dans une simulation immersive d'un incident de masse ?
- 2) Quel est l'impact des facteurs socioprofessionnels, internes et expérientiels des participants sur leurs performances en RV ?

Nos hypothèses de recherche sont qu'une perception positive de l'environnement de RV et un SdP élevé auront un impact positif sur les performances non techniques des professionnels de la santé dans la formation en RV (115,116).

2.2. Simulation immersive d'incident de masse

2.2.1. Conception de la RV

La conception de la simulation a été réalisée par un groupe d'experts en simulation, en médecine de catastrophe et en psychologie, conformément aux normes de bonnes pratiques en matière de simulation (66). Le scénario s'inspire de l'accident de l'autocar scolaire survenu en 2012 dans le tunnel de Sierre (Suisse), qui a coûté la vie à deux conducteurs, quatre enseignants et vingt-deux enfants. L'objectif général de cette simulation était de trier les victimes à l'aide du système de triage *Simple triage and rapid treatment* (START). Ce dernier se compose de trois couleurs : rouge, jaune et noir. La fidélité et la pertinence du scénario ont été validées par trois experts spécialisés dans les incidents de masse. La programmation de la simulation a été développée par une société spécialisée dans la RV, Connexence®.

2.2.2. Avant la simulation

Avant la journée de simulation, les étudiants ont reçu par courriel un e-learning relatif à la théorie sur le triage et les principes de la médecine de catastrophe. Le jour de la simulation, deux facilitateurs, dont un expert en gestion des urgences de masse, étaient présents. La séance de pré-briefing visait à clarifier les objectifs pédagogiques et à instaurer un climat où l'erreur est reconnue comme opportunité d'apprentissage.

Le matériel utilisé pendant l'activité a ensuite été présenté (ordinateur portable VR, casque HTC Vive® HDM équipé de deux écrans OLED d'une résolution de 1 200 × 1 080 par œil ; champ de vision de 110 ° ; fréquence de rafraîchissement de 90 Hz et champ de vision jusqu'à 120 degrés) et expliqué. Les différentes interactions : comment se déplacer, comment communiquer et quelles actions sont possibles pendant la simulation ont également été décrites. Ensuite, des questionnaires pré-simulation au format papier ont été distribués. Les participants ont rempli les questionnaires, puis ont effectué la simulation un par un.

2.2.3. Immersion

Les participants ont été immergés individuellement dans l'environnement de RV pour se familiariser avec l'équipement. Lorsqu'ils étaient prêts, ils étaient téléportés à l'entrée de l'autocar accidenté pour commencer le triage, avec la possibilité d'approcher les victimes et de leur attribuer les macarons de tri de la couleur idoine. Pendant la simulation, les participants pouvaient interagir avec les facilitateurs pour connaître l'état de conscience, la fréquence respiratoire et le rythme cardiaque des victimes. Les manettes de RV vibraient afin de reproduire la sensation du pouls des victimes. Ces dernières permettaient également de déshabiller certaines des victimes.

2.2.4. Débriefing

Après la séance, les facilitateurs ont effectué un débriefing basé sur le modèle de PEARLS (87). Les contenus des débriefings n'ont pas été inclus dans les résultats de l'étude, mais ont été utilisés pour la discussion.

2.3. Recrutement

Cette étude a utilisé une méthode d'échantillonnage de commodité non probabiliste pour sélectionner les participants parmi trois groupes de futurs professionnels de la santé : les étudiants en médecine, ambulanciers et en soins infirmiers. Les participants ont été sélectionnés selon leur disponibilité et leur accessibilité au sein des institutions partenaires de formation, à savoir le Centre de simulation médicale de l'Université de Liège pour les étudiants en médecine, la Haute École provinciale de Namur pour les étudiants en soins infirmiers et le Centre de formation des ambulanciers de Namur pour les étudiants ambulanciers. Tous les étudiants présents le jour de la simulation ont été intégrés dans l'étude.

Le choix de s'intéresser à des professionnels de la santé en formation initiale s'explique par le contexte belge de l'époque, dans lequel aucune institution ne disposait encore de dispositifs de réalité virtuelle intégrés aux programmes de formation des IPA, rendant nécessaire l'exploration de ces mécanismes auprès d'une population accessible.

2.4. Collecte des données

2.4.1. Planification

La collecte des données s'est déroulée d'octobre 2019 à mars 2020. Les questionnaires papiers portaient sur les facteurs socioprofessionnels, les facteurs internes, les facteurs liés à l'expérience des participants et les facteurs relatifs aux caractéristiques de la RV. Les différentes étapes de l'étude sont présentées dans le tableau 9.

Tableau 9. *Les différentes étapes de l'étude*

Calendrier	Avant la journée de simulation	Journée de simulation				
		Pré-briefing	Briefing	Immersion	Post-simulation	Débriefing
Description de l'étape	Préparation théorique à la formation par simulation	<ul style="list-style-type: none"> - Présentation des principes de simulation - Promouvoir la sécurité psychologique 	<ul style="list-style-type: none"> - Fournir une compréhension claire des objectifs - Tester l'équipement de RV 	<ul style="list-style-type: none"> - Simulation de RV 		
Support utilisé et variables évaluées	Module d'apprentissage en ligne (e-learning)	Questionnaires de pré-simulation : <ul style="list-style-type: none"> - Niveau de connaissance - Données socio-professionnelles - Propension à l'immersion - Niveau de stress 		Variables pendant la simulation : <ul style="list-style-type: none"> - Performance non technique (prise de décision) - Temps de triage 	Questionnaires post-simulation : <ul style="list-style-type: none"> - Niveau de stress - Environnement de RV - Stratégie de <i>coping</i> - Prise de décision - Le cybermalaise - Sentiment de présence 	

2.4.2. Instruments d'évaluation : variables pré-simulation

- *Niveau de connaissance*

Un questionnaire théorique sur l'algorithme START a été créé et pré-testé par des experts en simulation et en médecine de catastrophe. Les participants devaient remplir le diagramme de l'algorithme avec les mots manquants (un mot par case). À chaque bonne réponse, ils recevaient 1 point. Le score total maximum était de 6.

- *Données socioprofessionnelles*

Un questionnaire socioprofessionnel a été créé et pré-testé. Le questionnaire portait sur les caractéristiques sociodémographiques, l'expérience clinique, le niveau de formation et l'expérience en simulation des participants.

- *Propension à l'immersion*

Cette mesure est réalisée pour évaluer la capacité des individus à s'immerger dans la RV. L'adaptation française de l'*Immersive Tendencies Questionnaire (ITQ)* (Questionnaire sur la propension à l'immersion) (48), a été utilisée pour déterminer la capacité des participants à s'immerger dans la RV. Le questionnaire est divisé en quatre sous-échelles : l'implication, l'émotion, la concentration et le jeu. Les étudiants ont été invités à évaluer chacun des 18 éléments sur une échelle de 1 à 7 (1 = pas du tout ; 7 = entièrement) (104).

2.4.3. Instruments d'évaluation : variables pendant la simulation

- *Performance non technique (prise de décision)*

La performance non technique fait référence aux décisions de triage prises par les étudiants pendant la simulation. Pour évaluer ces performances, nous avons observé les macarons attribués aux victimes par chaque participant lors de la simulation. Un score de +1 était attribué si la couleur du macaron était jugée exacte, un score de 0 si elle était incorrecte. Comme

seulement six victimes devaient être triées, le score total maximum de 6 a été converti en un score basé sur 10 points.

- *Temps de triage*

Le temps nécessaire pour trier l'ensemble des victimes a été mesuré en secondes à l'aide d'un chronomètre. Lorsqu'ils estimaient avoir terminé l'exercice, les étudiants disaient « Stop » et un facilitateur arrêta le chronomètre.

2.4.4. Instruments d'évaluation : variables post-simulation

- *Niveau de stress perçu*

Les participants ont évalué leur niveau de stress à l'aide d'une échelle d'auto-évaluation et de l'échelle *Mental Readiness Form* (MRF) (117). Cette dernière comprenait quatre sous-échelles. La première était une échelle visuelle analogique (EVA) qui mesurait les niveaux de stress des participants de 0 à 10, avant et après la simulation. Un score de 0 correspondait à l'absence de stress, tandis qu'un score de 10 correspondait au niveau maximal de stress perçu. Les trois autres EVA ont mesuré les pensées (sereine ou inquiète), le corps (détendu ou tendu) et les sentiments perçus (confiant ou effrayé). Le score total de ces échelles était de 40.

- *L'environnement de RV*

Une question à choix multiples évaluait l'impact de l'environnement de RV sur les capacités de triage. Les participants avaient le choix entre trois modalités de réponse : positive, neutre et négative. Des experts en simulation et en médecine de catastrophe ont validé la pertinence de ce questionnaire à l'aide d'une échelle de Likert (1 = pas du tout pertinent à 5 = très pertinent). Le questionnaire a été validé si le score moyen était ≥ 4 .

- *Stratégies de coping*

Le *coping* est défini comme « l'ensemble des processus cognitifs et comportementaux qu'un individu mobilise face à un événement perçu comme menaçant, dans le but de contrôler, tolérer ou diminuer son impact sur son bien-être physique et psychologique » (118).

L'échelle *Ways of Coping Checklist*, composée de 27 items avec quatre réponses possibles (non = 1, plutôt non = 2, plutôt oui = 3 et oui = 4), a été validée en français (119). Elle a été divisée en trois parties : axée sur le problème, axée sur les émotions et axée sur le soutien. Le *coping* centré sur le problème : efforts actifs pour faire face à une situation stressante et tenter de modifier ou supprimer sa cause. Le *coping* centré sur les émotions : efforts pour réguler les conséquences émotionnelles du stress. Le *coping* centré sur le soutien social : recherche de l'aide, du soutien ou de l'écoute d'autrui. Les 14 éléments ont été notés de 1 à 4. La catégorie ayant obtenu le score le plus élevé a été choisie pour déterminer le style de *coping* du participant.

- *Prise de décision*

L'adaptation française du questionnaire *Rational-experiential inventory* (120) (Inventaire Rationnel-Expérientiel) a été utilisée (121). Ce questionnaire met en évidence le processus de prise de décision préférentiel basé soit sur la rationalité, soit sur l'intuition et l'expérience. Le fonctionnement du système rationnel est décrit comme intentionnel, analytique, essentiellement verbal et indépendant des affects. Quant au système expérientiel/intuition, il est décrit comme étant préconscient, automatique, associationniste, holistique et profondément rattaché aux affects. L'échelle comprenait 40 éléments notés de 1 à 5 (1 = complètement faux à 5 = complètement vrai). Vingt items ont été utilisés pour mesurer les styles de pensée rationnelle, tandis que les 20 autres ont abordé les styles de pensée intuitifs. Cette échelle nous a permis d'identifier si les processus de prise de décision étaient basés sur la rationalité ou l'intuition. Les notes finales ont été classées pour déterminer la catégorie ayant obtenu le score le plus élevé.

- *Le cybermalaise*

L'adaptation française (122) du questionnaire sur le cybermalaise a été utilisée pour surveiller les effets secondaires éventuels de la simulation chez les participants (céphalées, nausées, désorientation). Elle comprenait 16 items avec quatre réponses possibles : pas du tout (0), un peu (1), modérément (2) et intensément (3). Le score total de cette échelle variait entre 0 (cybermalaise faible) et 48 (cybermalaise élevé).

- *Sentiment de présence*

Le SdP a été mesuré à l'aide de l'adaptation française du questionnaire *Presence Questionnaire (PQ)* (Questionnaire sur l'état de présence) (48). L'échelle comprenait 38 sous-questions réparties en deux parties : pendant et après l'immersion. Les participants ont choisi un score pour chaque sous-question entre 1 (pas du tout d'accord) et 5 (tout à fait d'accord). Le score total sur l'échelle variait de 38 (SdP faible) à 190 (SdP élevé).

2.5. Analyse des données

Le logiciel Rx64 Commander® (version 3.5.1) a été utilisé pour effectuer toutes les analyses statistiques. Des statistiques descriptives ont été effectuées pour décrire les caractéristiques de l'échantillon. Les variables quantitatives ayant une distribution normale ont été exprimées sous forme de moyennes et d'écart types, les variables avec une distribution non normale ont été exprimées sous forme de médianes et d'intervalles interquartiles, et les variables qualitatives ont été exprimées sous forme de fréquences et de pourcentages. Les analyses univariées ont été réalisées à partir de t-student pour les variables à distribution normale, tandis que des tests non paramétriques ont été utilisés pour les variables non normales. Des tests de corrélation de Spearman, de Wilcoxon-Mann-Whitney et de Kruskal-Wallis ont été principalement utilisés pour mesurer l'association entre les différentes variables et la performance. Un test d'homogénéité entre les trois groupes a été réalisé. Le niveau alpha a été fixé à un niveau standard de 5 % pour toutes les interprétations statistiques.

2.6. Considérations éthiques

Cette étude a été approuvée par le Comité d'éthique hospitalo-facultaire universitaire de Liège (numéro de référence : 2019-212). Tous les participants ont donné leur consentement éclairé écrit pour entrer dans l'étude.

3. Résultats

3.1. Échantillon de l'étude

Le tableau 10 résume les caractéristiques générales des participants.

Tableau 10. *Échantillon de l'étude par variable*

Variables	Modalités	Médiane (P25-P75) Moyenne ± SD	Nombre, pourcentage n (%)
Performance			
Score de triage (sur 10)		10.0 (8.0-10.0)	82
Variables socioprofessionnelles			
Âge (en années)		24.0 (22.0-27.0)	82
Sexe	Homme		30 (37)
	Femme		52 (63)
Formation	Médecin		24 (29)
	Ambulancier		24 (29)
	Infirmier		35 (42)
Variables d'expérience			
Connaissances théoriques du START (sur 10)		10.0 (8.0-10.0)	82
Expérience clinique	Non		39 (49)
	Oui		41 (51)
Formation en médecine de catastrophe	Non		29 (35)
	Oui		53 (65)
Expérience en simulation de médecine de catastrophe	Non		60 (74)
	Oui		21 (26)
Temps de triage (en secondes)		135.0 (113.0-171.0)	82
Expérience en RV	Non		60 (73)
	Oui		22 (27)
Variables internes			
Stress avant la simulation (sur 40)		15.7 ± 7.3	72

Stress après la simulation (sur 40)		11.0 (7.0-19.0)	80
Stratégie de coping	Centré sur les émotions		4 (5)
	Centré sur le problème		76 (95)
	Centré sur le soutien social		0 (0)
Décision intuitive ou rationnelle	Intuitive		28 (35)
	Rationnelle		52 (65)
Propension à l'immersion (sur 126)		69.8 ± 13.9	82
Variables de RV			
Perception de l'environnement	Non		8 (10)
	Oui		51 (62)
	Neutre		23 (28)
Cybermalaise (sur 48)		19.0 (17.0-22.8)	82
Sentiment de présence (sur 190)		145.3 ± 19.9	81

SD = écart type ; START = Simple triage and rapid treatment; RV = réalité virtuelle

Notre échantillon était composé de 83 étudiants de premier cycle avec une moyenne d'âge de 24 ans. Le groupe était composé de 24 médecins, 24 ambulanciers et 35 infirmiers en formation.

3.2. Relations entre le niveau de performance et les variables de RV

Les associations entre les variables SdP, cybermalaise et performance sont illustrées dans le tableau 11.

Tableau 11. *Associations entre les variables de RV et les performances*

Variables	Coefficient R	R²	P-valeur
Cybermalaise	0.04	0.001	0.73
Sentiment de présence	0.02	0.0004	0.66

RV = réalité virtuelle

Le cybermalaise et le SdP n'étaient pas associés à la performance. Cependant, les résultats ont montré une association significative entre l'environnement de RV et les performances ($p < .001$). Les étudiants percevant positivement l'environnement de RV présentaient des performances supérieures à ceux exprimant une perception négative.

3.3. Relations entre le niveau de performance et les autres variables

3.3.1. *Variables socioprofessionnelles*

Les variables socioprofessionnelles telles que l'âge ($p = 0.94$), le sexe ($p = 0.22$) et le niveau de formation ($p = 0.8$) n'étaient pas associées à la performance décisionnelle.

3.3.2. *Variables d'expérience*

Les connaissances théoriques du START ($p = 0.21$), l'expérience clinique ($p = 0.83$), la formation en médecine de catastrophe ($p = 0.75$), l'expérience en simulation de catastrophe ($p = 0.66$), le temps de triage ($p = 0.95$) et l'expérience en RV ($p = 0.66$) n'étaient pas associés à la performance décisionnelle.

3.3.3. Variables internes

Le stress avant ($p = 0.24$) et le stress après la simulation ($p = 0.77$) n'étaient pas associés à la performance décisionnelle. La stratégie de *coping* ($p = 0.75$), les décisions intuitives ou rationnelles ($p = 0.41$) et la propension à l'immersion ($p = 0.9$) n'étaient pas non plus associées à la performance.

4. Discussion

Les résultats rapportés plus haut indiquent que la perception positive de l'environnement de RV influence la performance spécifique pour les trois groupes d'apprenants. Ceux d'entre eux qui ont une perception positive de l'environnement de RV obtiennent de meilleures performances que ceux dont la perception est négative. Les participants ont justifié cette perception positive, notamment grâce au réalisme de l'environnement de RV. Cela confirmait déjà les résultats d'une étude précédente, qui indiquent que la performance (mémoire, exécution des tâches, etc.) était influencée positivement par le réalisme objectif de l'environnement (123). Cependant, ces performances impliquaient des compétences générales non médicales. D'autres études se sont concentrées sur les sentiments des participants lors de la formation par RV (45,98). La RV peut augmenter les émotions positives (exemples : l'intérêt, l'amusement, la surprise et l'exaltation) et diminuer les émotions négatives (exemples : la tristesse, la colère, la peur, l'anxiété et le dégoût) chez les participants (124). Ces émotions positives sont associées à de meilleures performances, via l'amélioration des processus cognitifs et le renforcement de l'engagement (124,125).

La nature agréable et le potentiel de jeu de la RV encouragent également l'engagement et l'apprentissage (126). Le réalisme et la nature agréable (exemples : les couleurs, l'atmosphère et les interactions potentielles) sont deux éléments à prendre en compte lors de la conception d'un environnement de RV afin de maximiser l'apprentissage des performances non techniques (R 1.3 + R 1.4). Les concepteurs de RV doivent viser à reproduire la réalité autant que possible en tenant compte de la résolution de l'image, de la qualité du casque, des mouvements et de la position du participant, et d'autres éléments environnementaux. Par conséquent, le choix de la modalité de simulation doit être soigneusement réfléchi en fonction des objectifs d'apprentissage et des performances attendues.

A contrario, nos résultats ne permettaient pas de valider l'hypothèse selon laquelle le SdP influençait les performances. Une revue systématique, non spécifique au secteur de la santé, conclut que cette relation est complexe et qu'il n'y a pas de consensus clair entre le SdP et les résultats d'apprentissage (127). Cependant, le SdP semble influencer positivement les résultats d'apprentissage lorsque l'utilisateur s'est acclimaté à la RV (127). Cette relation positive semble également se produire davantage dans le domaine de l'apprentissage affectif que dans les domaines cognitifs ou psychomoteurs (127). De tels résultats pourraient expliquer pourquoi le SdP n'est pas toujours associé à la performance, notamment lorsqu'il s'agit de performances cognitives ou psychomotrices. En outre, la relation entre le SdP et l'apprentissage serait plus fréquente lorsque les chercheurs utilisent plusieurs instruments pour évaluer cet apprentissage (127), ce qui pourrait également expliquer l'absence d'association entre le SdP et la performance dans notre étude. La RV semble donc mieux adaptée à certains types d'apprentissage (exemple : améliorer l'empathie dans des scénarios d'annonce de mauvaises nouvelles) (127) et au développement de compétences affectives liées au contrôle des réponses émotionnelles à des situations stressantes (128) (R 1.2).

Ces constats mettent en évidence la nécessité d'examiner les déterminants du SdP, en fonction des caractéristiques individuelles et contextuelles des apprenants, soulignant ainsi que l'expérience immersive serait dépendante du profil de l'apprenant. Cette progression permettrait d'approfondir la compréhension du SdP pour concevoir des environnements de simulation adaptés aux besoins spécifiques des différentes catégories de professionnels de la santé en formation.

Dans cette étude, nous n'avons pas retrouvé d'influence du stress sur la performance. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que la RV aurait favorisé une réduction du stress et une amélioration des performances (129). À l'inverse, dans d'autres études, le stress a été étroitement lié à la charge cognitive des participants, ce qui influence négativement les performances en simulation (129). La gestion des catastrophes est une tâche complexe qui induit une charge cognitive élevée (129). L'environnement de RV peut supprimer cette charge cognitive en contrôlant l'environnement et le scénario de simulation (exemples : limiter le nombre de victimes et le bruit environnant) (129). La simulation de RV pourrait ainsi atténuer la réaction de stress des participants, en particulier chez ceux qui n'ont pas coutume d'être

exposés régulièrement à la simulation (129). Il est donc essentiel de s'assurer que la complexité de la simulation soit adaptée à l'expertise des participants (130) (R 1.5).

La sécurité psychologique des apprenants constitue un facteur essentiel pour prévenir un stress excessif au cours des simulations (131,132). De nombreux participants ont exprimé un stress anticipatoire avant la simulation, mais admettent s'être sentis par la suite en confiance et rassurés par la présence et le soutien du facilitateur (46) (R 2.3). La sécurité psychologique en RV peut également être obtenue grâce à la cohésion de groupe, à la communication ouverte et à l'expression émotionnelle (133). La préparation à la simulation, le fait que l'erreur soit permise et le soutien du facilitateur sont soulignés dans la littérature comme étant trois éléments cruciaux pour la sécurité psychologique des apprenants (132,134) (R 2.4) et la réduction du stress (135). Ces préparations doivent être adaptées à l'expérience clinique et en simulation du participant afin de réduire son anxiété, de contribuer à sa sécurité psychologique et de renforcer sa performance (136) (R 2.2). Par conséquent, la gestion du stress, la préparation de l'apprenant et la sécurité psychologique sont des paramètres à prendre en compte pour assurer un apprentissage optimal.

D'après nos résultats, le fait d'avoir une expérience en termes d'utilisation de la RV ne semble pas avoir influencé les performances. Ce résultat diffère d'autres études, qui ont révélé que l'utilisation de la RV avait un impact négatif sur l'expérience d'apprentissage, surtout si les apprenants n'avaient jamais été confrontés à cette modalité (137). En revanche, nous avons constaté que les performances des participants s'amélioraient à mesure qu'ils se familiarisaient avec la RV (137). De plus, les réponses au stress et les charges cognitives des participants ont été réduites avec l'augmentation de l'immersion (129). Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que les étudiants ont bénéficié d'un temps suffisamment long pour tester et s'immerger dans un autre environnement pendant la période de pré-briefing. Cette étape de simulation, axée sur les aspects technologiques du simulateur, a aidé les participants à surmonter les obstacles à l'apprentissage de l'utilisation de la technologie (134). Ce type de pré-briefing est particulièrement crucial pour les apprenants novices, car il leur offre la possibilité de se familiariser avec le simulateur et de cerner les performances attendues (138) (R 2.1 + R2.2).

4.1. Recommandations et implications pour la pratique

Sur la base de nos résultats et de la littérature existante, nous proposons plusieurs recommandations en vue d'améliorer la formation en RV et les performances des participants. Ces recommandations, qui sont directement citées et illustrées dans la discussion, offrent des pistes précieuses pour les managers qui souhaitent intégrer la RV dans leurs programmes de formation. Elles sont également résumées dans le tableau 12.

Tableau 12. *Recommandations pour l'utilisation de la réalité virtuelle*

1. Conception du scénario de simulation
R 1.1 Choix de la modalité de simulation : la RV favorise la réflexivité grâce à un retour d'informations rapides et à un apprentissage répété.
R 1.2 La RV serait donc mieux adaptée à certains types d'apprentissage dont le domaine affectif.
R 1.3 Concevoir un environnement de RV pour créer la perception de réalisme nécessaire à un engagement optimal des participants.
R 1.4 Veiller au caractère agréable de l'environnement (couleurs, interactions potentielles).
R 1.5 Adaptation de l'environnement de RV en fonction de l'expérience des participants.

2. Avant la simulation (préparation et pré-briefing)
R 2.1 Fournir des rappels théoriques appropriés aux apprenants avant la simulation.
R 2.2 Connaître à l'avance l'expérience en RV des apprenants et adapter le pré-briefing en conséquence.
R 2.3 Les facilitateurs doivent veiller à adopter et conserver une attitude positive et soutenante vis-à-vis des apprenants.
R 2.4 Garantir la sécurité psychologique des apprenants.

R = recommandation ; RV = réalité virtuelle

5. Limites

Un biais de sélection peut exister au sein de l'échantillon, car tous les étudiants d'une même catégorie professionnelle étaient issus de la même école, limitant ainsi la variabilité des participants. Une deuxième limite peut être liée à la taille de l'échantillon, puisque les observations sur le terrain ont été interrompues en raison de la pandémie de coronavirus en mars 2020. Un calcul préalable de la taille d'échantillon aurait dû être réalisé avant la conduite

de l'étude. Au lieu de cela, un calcul de puissance post-hoc a été effectué après l'étude à l'aide du logiciel G*Power (139). La puissance statistique obtenue était de 99 % pour une taille d'échantillon de 81, un risque alpha de 0,05 et une taille d'effet de 0,6 (pour le test entre l'environnement de RV et la performance).

6. Conclusion

Les résultats que nous exposons indiquent que la perception positive de l'environnement en RV améliore la performance non technique des étudiants en santé. Le réalisme et l'aspect agréable doivent être privilégiés lors de la conception d'un environnement de formation en RV afin d'améliorer l'expérience éducative des professionnels de la santé. La préparation et le pré-briefing constituent des déterminants essentiels de la performance et de la sécurité psychologique. Par contre, le SdP n'a pas influencé la performance dans ce contexte, mais il semble pertinent pour des apprentissages affectifs, dans lesquels la RV peut soutenir la réflexivité par des retours rapides et des scénarios répétables.

7. Évolution du questionnement

Ce troisième chapitre s'est attaché à explorer l'impact de la RV et plus spécifiquement du SdP sur les performances non techniques des professionnels de la santé en formation initiale, dans le cadre d'une simulation immersive. Les résultats mettent en évidence l'existence de relations entre la perception de l'environnement virtuel et le niveau de performance observé, soulignant ainsi l'importance du réalisme perçu de l'environnement simulé.

Cependant, aucun lien n'a été mis en évidence entre le SdP et les performances mesurées au cours de la simulation. Ce résultat, bien que pouvant apparaître étonnant, s'inscrit de manière cohérente dans la littérature actuelle. En effet, le SdP est décrit comme un élément complexe et multidimensionnel, dont l'influence sur la performance ne s'exprime pas de manière uniforme, ni systématique, et dépend notamment du type de tâche, de ses outils de mesure et du contexte de simulation. Le SdP peut, dans certains contextes, influencer l'apprentissage, notamment en agissant sur l'engagement des apprenants, leur implication cognitive et émotionnelle, ainsi que leur capacité à se projeter dans la situation simulée. Toutefois, cet effet ne se traduit pas

nécessairement par une amélioration directe des performances, en particulier lorsque celles-ci sont évaluées sur des tâches multidimensionnelles.

Les résultats de ce chapitre invitent à repositionner le SdP non pas comme un prédicteur direct de l'apprentissage, mais comme un mécanisme expérientiel susceptible d'en soutenir certaines dimensions comme l'engagement. Le SdP ne conditionnant pas nécessairement la performance immédiate, il pourrait néanmoins jouer un rôle clé dans l'engagement des apprenants, leur implication dans les situations simulées et, in fine, dans la consolidation des apprentissages nécessaires à l'exercice de la pratique infirmière avancée.

L'absence de relation directe entre SdP et performance observée dans cette étude invite ainsi à dépasser une approche centrée uniquement sur les résultats pour s'intéresser aux déterminants et aux fonctions du SdP lui-même. Les facteurs susceptibles d'influencer le SdP demeurent encore relativement peu étudiés en particulier en ce qui concerne les caractéristiques internes et sociales des apprenants. Des variables telles que les traits de personnalité, le niveau de stress ou l'expérience antérieure pourraient moduler la manière dont les apprenants perçoivent et vivent l'environnement virtuel, et, par conséquent, leur SdP.

Dans cette perspective, il est apparu nécessaire de poursuivre l'analyse en s'intéressant non plus uniquement aux effets de la RV sur la performance, mais aux déterminants du SdP en tant que phénomène central de l'expérience immersive. Cette évolution du questionnement conduit au chapitre suivant, consacré à l'analyse des facteurs internes et sociaux susceptibles d'influencer le SdP en simulation immersive fondée sur la RV. L'objectif est de mieux comprendre comment ces facteurs peuvent être pris en compte dans la conception de dispositifs de simulation afin de potentialiser leur impact pédagogique, notamment dans les cursus de formation des IPA, pour lesquels l'engagement expérientiel constitue un levier essentiel de développement des compétences cliniques avancées.

Relations entre les facteurs internes, les facteurs sociaux et le sentiment de présence dans les simulations fondées sur la réalité virtuelle

Paquay, M., Goffoy, J., Chevalier, S., Servotte, J. C., & Ghuisen, A. (2022). Relationships Between Internal Factors, Social Factors and the Sense of Presence in Virtual Reality-Based Simulations. *Clinical Simulation in Nursing*, 1–11.

« L'incarnation, le fait que nous habitons notre corps, nous semble être la chose la plus certaine qui soit dans ce monde, nous semble être le seul fait irréfutable. Nous nous représentons nous-mêmes comme étant dans notre corps, et nous nous représentons notre corps comme nous appartenant, et nous appartenant à nous seuls. C'est pour cela que nous voyons le monde à travers nos yeux, que nous marchons avec nos jambes, que nous serons les mains des autres avec notre main et que nous avons la sensation, ainsi que notre conscience est logée dans notre tête. »

Oliver Sacks, Hallucination

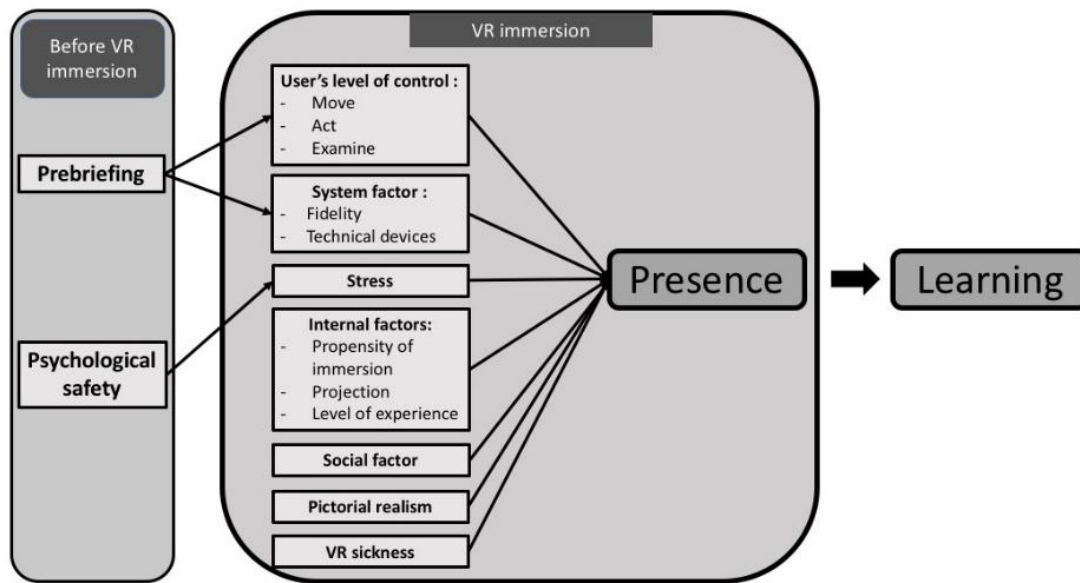
1. Introduction

Au cours des dernières décennies, de nombreux travaux scientifiques ont exploré la construction de la perception de notre corps et de notre environnement à l'aide de nos sens, la proprioception, mais également la vision, l'audition et le toucher. Ainsi, divers travaux (140) ont exploré l'induction de l'illusion (illusion de la main, modification de forme, etc.) lorsque ces sensations donnent des informations divergentes (lorsque la proprioception indique au cerveau que le corps est assis mais que les signaux visuels et tactiles sont « dupés » de manière synchrone). L'utilisation de casques de RV interroge, dès lors, la capacité de ces technologies à renforcer le SdP dans cette réalité alternative.

Ainsi, depuis ses débuts, la recherche sur la RV s'est particulièrement intéressée au SdP (141). En effet, il apparaît essentiel pour que l'environnement soit perçu comme réel, mais aussi pour que l'expérience d'apprentissage soit efficace. Toutefois, malgré sa centralité dans l'expérience immersive, la relation entre le SdP et les résultats d'apprentissage demeure ambiguë (105,115). Ce constat souligne la complexité multidimensionnelle du SdP et la nécessité de mieux comprendre les facteurs qui le modulent. Deux composantes majeures, qui permettent de générer des réponses cognitives, physiques, émotionnelles et comportementales ont été identifiées : l'illusion du lieu (sentiment d'être dans l'environnement) et la plausibilité (perception de cohérence et de réalisme du scénario proposé) (142). Au-delà de ces deux caractéristiques, le SdP semble également influencé par des facteurs technologiques et humains. Une étude antérieure réalisée par notre groupe de recherche a souhaité explorer ces facteurs à travers une simulation immersive d'un incident de masse auprès d'étudiants en soins infirmiers

et en médecine (46). Les résultats de cette étude ont ensuite permis d'élaborer un cadre théorique (*Servotte – Ghuysen Framework*) identifiant plusieurs paramètres influençant le SdP ainsi que leurs interactions (Figure 3) (46).

Figure 3. *Servotte-Ghuysen Framework*© décrivant les relations entre les facteurs identifiés et le sentiment de présence (46).



VR = virtual reality

Dans leur étude, Servotte et al. (46) ont synthétisé les facteurs impactant le SdP en sept catégories :

1. Le niveau de contrôle de l'utilisateur
2. Les caractéristiques du système
3. Le stress
4. Les facteurs internes
5. Les facteurs sociaux
6. Le réalisme pictural
7. Le cybermalaise

Le « niveau de contrôle de l'utilisateur » fait référence à la capacité à interagir activement avec l'environnement virtuel et à effectuer des mouvements corporels, ce qui contribue à renforcer le SdP (143). L'utilisation d'un casque de RV de haute qualité, offrant un meilleur réalisme

visuel, permet de reproduire un environnement à haute fidélité, ce qui peut également améliorer le SdP (144,145). Ces éléments relèvent des catégories de « réalisme pictural » et « caractéristiques du système ». La catégorie des « facteurs internes » renvoie aux caractéristiques personnelles et cognitives favorisant un SdP élevé. Des qualités, telles que l'empathie, l'imagination, une forte propension à l'immersion et une intelligence spatiale développée, ont été identifiées comme des facteurs internes susceptibles d'influencer positivement le SdP (146). Par contre, une corrélation négative entre le SdP et le cybermalaise est représentée par la catégorie « cybermalaise ». Kay Stanney emploie le terme de cybermalaise pour décrire les effets secondaires de l'utilisation de la RV (céphalées, nausées et désorientation) (147,148). De nombreuses études montrent que des niveaux élevés de cybermalaise réduisent le SdP (149). Enfin, bien que les résultats soient parfois nuancés, les émotions fortes (catégorie « stress ») sont en général associées à un SdP plus élevé (144). Certains travaux se sont également penchés sur les facteurs sociaux, révélant par exemple que les femmes présentaient en moyenne un SdP plus élevé que les hommes (115).

À ce jour, une vaste littérature a analysé l'impact des facteurs techniques (niveau de contrôle de l'utilisateur, caractéristiques du système, réalisme pictural et cybermalaise) sur le SdP (150). Par contre, peu d'études se sont penchées sur les facteurs sociaux, tels que l'appartenance professionnelle, pourtant particulièrement pertinents dans le domaine de la formation en santé. En effet, le secteur de la santé étant pluridisciplinaire, il est légitime de s'interroger sur la conception d'environnements de RV adaptés aux spécificités professionnelles. De plus, certains éléments psychologiques, comme le style d'adaptation (*coping*), influencent la dynamique des équipes soignantes et la gestion des soins (151). Une meilleure compréhension des interactions entre facteurs sociaux, internes et SdP pourrait ainsi permettre de concevoir des parcours pédagogiques en RV mieux adaptés aux profils des apprenants.

Nous avons dès lors choisi de poursuivre les travaux de Servotte et al. (46) et d'examiner dans quelle mesure les facteurs sociaux et internes des utilisateurs influençaient le SdP, et en identifiant les caractéristiques immersives propres aux différentes catégories professionnelles.

2. Méthodes

2.1. Conception de l'étude

Une étude observationnelle analytique transversale a été réalisée afin de répondre aux questions de recherche suivantes :

- 1) Quels sont les facteurs influençant le SdP dans une simulation immersive d'un incident de masse ?
- 2) Comment le processus d'immersion est-il modulé selon les différentes professions de santé ?

Cette étude repose sur la même méthodologie et la même population que dans le chapitre précédent.

2.2. Simulation immersive d'incident de masse

2.2.1. Conception

La conception de la simulation a suivi les *Standards of Best Practice for Simulation* (152). Les dix critères sont : évaluation des besoins, objectifs mesurables, format de simulation, scénario clinique, fidélité, approche facilitatrice, briefing, débriefing et/ou feedback, évaluation, et préparation des participants. Ces dix critères ont été analysés et discutés par un groupe interdisciplinaire composé d'experts en simulation, en médecine de catastrophe, ainsi que de psychologues.

La simulation immersive d'un incident de masse utilisée dans cette étude est similaire à celle utilisée et décrite dans le chapitre 3. Celle-ci faisait appel à l'accident d'autocar survenu dans le tunnel de Sierre en Suisse, impliquant deux chauffeurs, quatre enseignants et 46 élèves.

2.2.2. Pré-simulation

L'ensemble de la simulation était soigneusement structuré dans un dossier comprenant le scénario, le pré-briefing, un guide d'instructions et des suggestions de débriefing pour les

facilitateurs. Deux facilitateurs, dont un expert en gestion des urgences de masse, encadraient la session. Le pré-briefing visait à garantir la sécurité psychologique en expliquant les objectifs, en autorisant l'arrêt de l'expérience à tout moment et en reconnaissant l'erreur comme opportunité d'apprentissage, tout en sensibilisant les participants à la spécificité émotionnelle des simulations impliquant des victimes pédiatriques. Les aspects techniques de la RV et les interactions possibles étaient présentés avant la simulation. Les participants complétaient des questionnaires de pré-simulation puis réalisaient la simulation individuellement.

2.2.3. Immersion

Les participants ont d'abord été immergés dans le tunnel de Sierre afin de se familiariser avec l'environnement et le casque de RV. Une fois prêts, ils étaient transportés virtuellement à l'entrée de l'autocar pour procéder au triage des victimes. Ils s'approchaient des victimes et annonçaient à haute voix la couleur du macaron qu'ils souhaitaient leur attribuer. Le facilitateur plaçait alors le macaron correspondant sur la victime. Pendant la simulation, les participants pouvaient interagir avec les facilitateurs en cas de questions. Après l'immersion, dans une autre salle, les participants remplissaient les questionnaires post-simulation en format papier.

2.2.4. Débriefing

Une fois la session d'immersion terminée, les facilitateurs ont conduit un débriefing en suivant le cadre PEARLS (87). La méthode *preview-advocacy-inquiry-listen* a été utilisée pour analyser l'expérience des participants.

2.3. Recrutement

Une méthode d'échantillonnage de convenance non probabiliste a été utilisée. L'échantillon comprenait des étudiants issus de trois groupes de futurs professionnels de la santé différents : étudiants en médecine, ambulanciers et en soins infirmiers. Tous étaient en dernière année de formation et ont été sélectionnés en fonction de leur disponibilité et accessibilité dans les établissements suivants : 1) Centre de simulation médicale de l'Université de Liège pour les étudiants en médecine ; 2) Haute École provinciale de Namur pour les étudiants en soins infirmiers ; 3) Centre de formation des ambulanciers de Namur pour les étudiants ambulanciers.

Comme dans le chapitre précédent, le choix de s'intéresser à des professionnels de la santé en formation initiale s'explique par le contexte belge de l'époque, dans lequel aucune institution ne disposait encore de dispositifs de réalité virtuelle intégrés aux programmes de formation des IPA, rendant nécessaire l'exploration de ces mécanismes auprès d'une population accessible.

Avant le jour de la simulation, une chercheuse a rencontré chaque groupe afin de présenter l'étude. Un module d'e-learning sur le START, validé par deux experts en médecine de catastrophe, a également été proposé. Ce module visait à uniformiser le niveau de connaissance en triage des participants avant la simulation.

2.4. Collecte des données

2.4.1. Conception

L'étude s'est déroulée dans plusieurs établissements scolaires en fonction des groupes étudiés, entre octobre 2019 et mars 2020. Les données ont été recueillies au moyen de questionnaires papiers portant sur les caractéristiques sociodémographiques, la propension à l'immersion, le stress, le cybermalaise, les stratégies de *coping*, le style de prise de décision et le SdP. Les questionnaires ont été distribués à différents moments, certaines variables devant être mesurées avant la simulation (ex. : stress), d'autres après (ex. : cybermalaise). Aucune limite de temps n'était imposée pour les compléter.

2.4.2. Instruments d'évaluation

Un expert en simulation et en médecine d'urgence a validé la pertinence des questionnaires ci-dessous. Les données des débriefings n'ont pas été recueillies, mais sont venues enrichir la discussion et les perspectives.

- *Sentiment de présence*

Le SdP a été mesuré à l'aide de l'adaptation française du questionnaire *Presence Questionnaire (PQ)* (Questionnaire sur l'état de présence) (48). Cette échelle comprend deux parties (avant et

après immersion) à travers 38 sous-questions. Pour chaque sous-question, un score compris entre 1 (pas du tout d'accord) et 5 (tout à fait d'accord) était demandé. Le score total peut varier de 38 à 190.

- *Propension à l'immersion*

L'adaptation française validée de l'*Immersive Tendencies Questionnaire* (153) (*ITQ*) (Questionnaire sur la propension à l'immersion (48)) a été utilisée. Le questionnaire est divisé en quatre sous-échelles : l'implication, l'émotion, la concentration et le jeu. Pour chacun des 18 éléments inclus, les participants devaient attribuer une note de 1 à 7 (1 : pas du tout ; 7 : complètement). Le score total peut varier de 18 à 126.

- *Stratégie de coping*

Dans cette étude, c'est l'adaptation française de l'échelle *Ways of Coping Checklist* (119) qui a servi. L'échelle comprend 27 items, répartis en trois catégories de stratégies de *coping* : centré sur le problème, centré sur les émotions et centré sur le soutien social. Chaque item est évalué sur une échelle de 1 à 4 (de « non » à « oui ») et le score final détermine la stratégie dominante pour chaque participant.

- *Prise de décision*

L'*Inventaire rationnel-expérientiel* (120) est l'adaptation validée en français du *Rational-experiential Inventory* (121). L'échelle se compose de 40 éléments notés de 1 à 5 (1 = complètement faux, 5 = complètement vrai).

- *Cybermalaise*

L'adaptation française (122) du questionnaire sur le cybermalaise (154) a été utilisée pour surveiller les effets secondaires possibles de la simulation sur les étudiants. Le questionnaire contient 16 items pour lesquels les participants ont quatre options de réponse : pas du tout (0), un peu (1), modérément (2) et sévèrement (3). Le score total sur cette échelle varie de 0 à 48.

- *Niveau de stress*

Le niveau de stress a été évalué à l'aide d'une échelle d'auto-évaluation et du MRF (117). La première est une EVA permettant de mesurer le stress des participants sur une échelle de 0 à 10, avant et après la simulation. Le MRF comprend en tout trois échelles à 11 points évaluant la perception du stress aux niveaux cognitif, affectif et physiologique.

2.5. Analyses statistiques

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Rx64 Commander® (version 3.5.1). Des statistiques descriptives ont été utilisées pour décrire les caractéristiques de l'échantillon. Des tests de Shapiro-Wilk ont été effectués pour vérifier la normalité des variables. Les variables quantitatives à distribution normale ont été rapportées sous forme de moyennes et écarts types, tandis que les variables à distribution asymétrique ont été présentées sous forme de médianes et d'intervalles interquartiles. Les variables qualitatives ont été exprimées en fréquences et pourcentages. Des analyses univariées ont été menées à l'aide de tests paramétriques pour les variables à distribution normale et de tests non paramétriques pour celles qui ne l'étaient pas. Enfin, des corrélations de Spearman ont été calculées pour mesurer l'association entre le SdP et les variables quantitatives. Le niveau alpha a été fixé à un niveau standard de 5 % pour toutes les interprétations statistiques.

2.6. Considérations éthiques

Cette étude a été approuvée par le Comité d'éthique hospitalo-facultaire universitaire de Liège (numéro de référence : 2019-212). Tous les participants ont donné leur consentement éclairé écrit pour entrer dans l'étude.

3. Résultats

3.1. Échantillon de l'étude

L'échantillon global regroupait 83 étudiants de premier cycle. Parmi eux, 24 étudiants en médecine (29 %), 24 étudiants ambulanciers (29 %) et 35 étudiants en soins infirmiers (42 %)

étaient inclus dans l'étude. Le tableau 13 résume les caractéristiques sociodémographiques et d'immersion de l'échantillon.

Dans une deuxième phase, les expériences d'immersion ont été comparées entre les différentes catégories de professionnels de la santé. L'objectif était d'identifier les tendances clés basées sur les professions afin de mieux personnaliser la session de simulation en fonction du type de professionnel en formation.

Tableau 13. *Caractéristiques de l'échantillon par catégorie professionnelle*

Variabiles	Total (n = 83)	Médecins (n = 24)	Ambulanciers (n = 24)	Infirmiers (n = 35)	p-valeur
Catégories professionnelles, n (%)					
Ambulanciers	24 (29)				
Médecins	24 (29)				
Infirmiers	35 (42)				
Sexe, n (%)					
Homme	30 (37)	8 (33)	20 (83)	2 (6)	<.001
Femme	52 (63)	16 (67)	4 (17)	33 (94)	
Âge (en années) médiane (IIQ)	24.0 (22.0-26.8)	24.0 (23.0-25.3)	28.0 (24.8-40.0)	23.0 (21.3-24.0)	<.001
Formation en médecine de catastrophe, n (%)					
Oui	53 (65)	3 (12)	17 (71)	33 (97)	<.001
Non	29 (35)	21 (88)	7 (29)	1 (3)	
Expérience en RV, n (%)					
Oui	22 (27)	7 (29)	6 (25)	9 (26)	0.95
Non	60 (73)	17 (71)	18 (75)	25 (74)	
Stress (/40) moyenne ± SD					

Pré-immersion	15.7±7.3	18.8 ± 7.7	10.6 ± 4.8	17.5 ± 6.8	<.001
Post-immersion	11.0 (7.0-19.0)	20.0 (14.0-22.0)	8.0 (6.0-12.0)	9.5 (7.0-15.8)	<.001
Sentiment de présence (/190) moyenne ± SD	145.3 ± 19.9	138.5 (128.8-152.3)	145.0 (132.0-159.0)	151.5 (138.0-166.5)	0.04
Propension à l'immersion (/126) moyenne ± SD	69.8 ± 13.9	69.8 ± 13.5	66.2 ± 13.1	72.3 ± 14.5	0.25
Cybermalaise (/48) médiane (IIQ)	19.0 (17.0-22.8)	21.5 (18.0-29.0)	17.0 (16.0-19.0)	19.0 (18.0-22.3)	<.001
Stratégie de coping, n (%)					
Émotionnel	4 (5)	2 (8)	0 (0)	2 (6)	0.55
Problème	76 (95)	22 (92)	24 (100)	30 (94)	
Prise de décision, n (%)					
Intuitive	28 (35)	6 (26)	6 (25)	16 (48)	0.11
Rationnelle	52 (65)	17 (74)	18 (75)	17 (52)	

N = nombre ; IIQ = Intervalle InterQuartile; RV = Réalité virtuelle ; SD = écart type

3.2. Sentiment de présence

Les tableaux 14 et 15 résument les facteurs influençant le SdP. Les résultats ont montré une association du SdP avec le sexe, la formation en médecine de catastrophe, la propension à l'immersion et la catégorie professionnelle. Les autres variables n'étaient pas corrélées au SdP. Concernant la propension à l'immersion, une relation positive a été observée avec le SdP ($p = 0.33$) ; plus cette propension est élevée, plus le SdP est important.

En ce qui concerne le sexe, les femmes présentaient des niveaux de SdP plus élevés que les hommes. De même, les étudiants ayant déjà suivi une formation en médecine de catastrophe obtenaient des scores de SdP plus élevés que ceux ayant moins d'expérience dans ce domaine. Enfin, les étudiants en soins infirmiers ont présenté un SdP plus élevé que les autres groupes de professionnels en formation.

Tableau 14. *Corrélations entre les facteurs internes, sociaux et le sentiment de présence*

Variables	Coefficient R	R ²	P-valeur
Âge (en années)	-0.08	0.006	0.48
Propension à l'immersion	0.33	0.11	<.001
Stress avant simulation	-0.12	0.01	0.31
Stress après simulation	- 0.03	0.0008	0.81
Cybermalaise	0.0005	0.0000003	0.1

Tableau 15. *Analyses univariées entre les facteurs internes, sociaux et le sentiment de présence*

Variables	Modalités	Moyenne ± SD Médiane (P25-P75)	P-valeur
Sexe	Homme (n = 29)	139.1 ± 18.7	0.04
	Femme (n = 51)	148.7 ± 20.0	
Formation en médecine de catastrophe	Non (n = 29)	134.0 (128.0-152.0)	<.001
	Oui (n = 51)	150.0 (140.0-163.0)	
Expérience en RV	Non (n = 59)	146.0 (132.0-159.0)	0.7
	Oui (n = 21)	145.0 (134.0-165.0)	
Stratégie de <i>coping</i>	Émotion (n = 4)	135.5 (129.0-141.0)	0.2
	Problème (n = 75)	146.0 (132.0-160.0)	
	Soutien social (n=0)	/	
Prise de décision	Intuition (n=28)	151.5 (140.8-159.5)	0.13
	Rationalité (n = 51)	144.0 (129.0-160.0)	
Catégories professionnelles	Ambulanciers (n = 23)	145.0 (132.0-159.0)	0.04
	Médecins (n = 24)	138.5 (128.8-152.3)	
	Infirmiers (n = 34)	151.5 (138.0-166.5)	

RV = Réalité virtuelle ; SD = écart type

3.3. Caractéristiques immersives des professions

Concernant l'appartenance professionnelle, les résultats ont mis en évidence des associations significatives, notamment des différences de sexe et d'âge entre les groupes. Les étudiants en médecine avaient moins d'expérience en médecine de catastrophe que les étudiants en soins infirmiers et les ambulanciers, et ont présenté des niveaux de stress pré et post-simulation plus élevés. En ce qui concerne le SdP, les étudiants en soins infirmiers ont obtenu les scores les plus élevés, tandis que les étudiants en médecine présentaient le niveau le plus élevé de cybermalaise.

Le groupe des étudiants en médecine, principalement composé de femmes, adoptait un style de prise de décision rationnel (73,9 %) et un *coping* centré sur le problème (91,7 %). Leur expérience immersive était marquée par un stress élevé avant et après la simulation, une bonne propension à l'immersion, mais un SdP plus faible et un cybermalaise plus marqué.

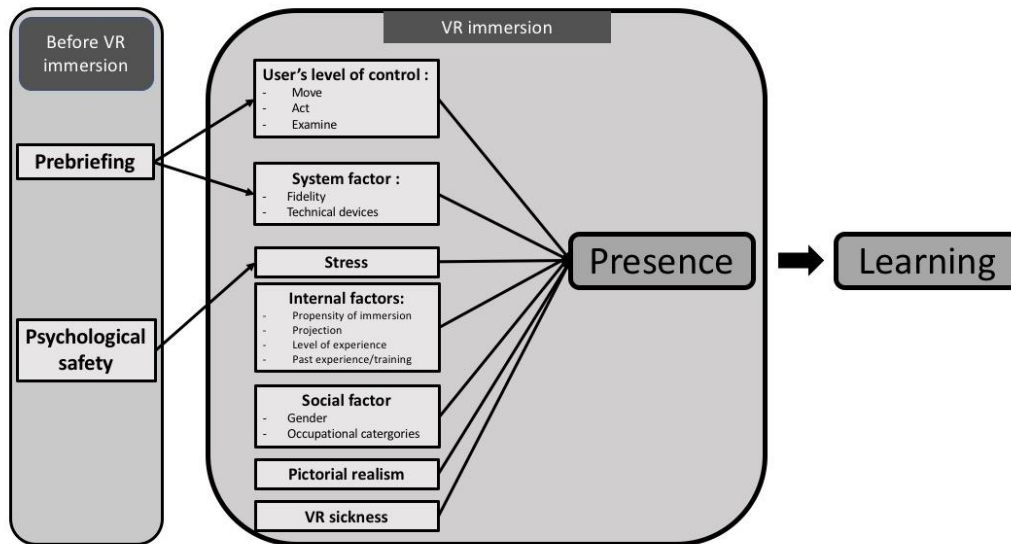
Le groupe des ambulanciers, majoritairement composé d'hommes, présentait les plus hauts taux de décision rationnelle (75 %) et de *coping* centré sur le problème (100 %). Leur expérience immersive se caractérisait par un stress plus faible, un SdP élevé, mais une propension à l'immersion et un cybermalaise plus faibles.

Le groupe des étudiantes en soins infirmiers, composé presque exclusivement de femmes, utilisait principalement le *coping* centré sur le problème (94 %), avec des styles décisionnels mixtes (48,5 % intuitif / 51,5 % rationnel). Leur expérience immersive se traduisait par une réduction du stress après immersion, le niveau le plus élevé de SdP et de propension à l'immersion, et un cybermalaise modéré.

4. Discussion

Par rapport aux travaux antérieurs, les résultats de cette étude permettent d'identifier de nouveaux facteurs sociaux et internes influençant le SdP : les catégories professionnelles, le sexe et l'expérience antérieure en médecine de catastrophe. La figure 4 illustre le cadre théorique développé précédemment avec ces nouveaux éléments (104).

Figure 4. *Servotte-Ghuysen Framework*© adapté décrivant les relations entre les facteurs identifiés et le sentiment de présence (104).



VR = virtual reality

4.1. Scores du sentiment de présence

Concernant le SdP, les scores obtenus étaient plus élevés que dans les études précédentes, notamment celle de Servotte et al. (46). Cela pourrait s'expliquer par un pré-briefing et un briefing améliorés, comparativement aux travaux antérieurs. En effet, un parallèle explicite avec l'accident de Sierre a été établi, offrant un meilleur contexte et une expérience émotionnelle susceptible de renforcer le SdP (122,155). Les scores plus élevés de SdP pourraient également s'expliquer par la limitation des actions et interactions demandées dans cette simulation (moins d'actes de soins ont été requis par rapport à l'étude précédente). En effet, les tâches complexes et la navigation dans un environnement de RV exigent une intelligence spatiale plus développée, ce qui peut représenter un obstacle pour certains utilisateurs ayant une intelligence spatiale plus faible (150).

4.2. Sentiment de présence et facteurs sociaux

Un SdP élevé a été associé à une meilleure performance en formation (115). Il convient donc d'accorder une attention particulière à son optimisation lors du développement de simulations immersives. Nous avons observé que le SdP variait selon l'appartenance professionnelle ; les

étudiants en soins infirmiers présentaient des scores plus élevés. Il serait donc pertinent de considérer que le développement d'un même programme de formation en RV pour différents groupes professionnels peut avoir un impact différencié selon les catégories de participants. Une approche uniforme pourrait générer des écarts de SdP et donc des inégalités d'efficacité pédagogique. Il convient d'adapter les simulations au profil et aux acquis des participants afin d'optimiser l'impact pédagogique.

Concernant l'expérience préalable, les participants ayant déjà suivi une formation en médecine de catastrophe ont obtenu un SdP significativement plus élevé que ceux sans formation. Toutefois, l'expérience en RV, en tant que telle, n'aurait pas d'impact significatif sur le SdP (150,156). Une hypothèse serait que les expériences de formation antérieures permettent de développer une réponse émotionnelle et cognitive plus efficace. Des études ont montré que la familiarité, l'expérience passée et un schéma cognitif riche favorisent un SdP plus élevé (157). Wirth suggère que les expériences passées constituent une « bibliothèque d'expériences spatiales », facilitant la reconstruction mentale de scénarios immersifs en comblant les vides d'information (158). Les participants expérimentés peuvent ainsi mobiliser leur mémoire spatiale, enrichissant la perception de l'environnement et augmentant le SdP (159). Ce lien entre expérience passée et SdP ouvre des perspectives pédagogiques intéressantes, notamment pour éviter qu'un acte soit réalisé pour la première fois sur un patient, ou pour réduire les coûts de formation. À l'inverse, une absence d'ancrage préalable pourrait limiter les bénéfices attendus (159). Il serait donc pertinent d'évaluer les expériences des participants en amont d'une simulation en RV. L'INACSL souligne déjà, dans ses standards de bonnes pratiques, l'importance des connaissances et expériences préalables des apprenants pour favoriser la présence (160). Ces recommandations devraient être appliquées aux simulations en RV. Par conséquent, il serait pertinent de développer des standards de bonnes pratiques spécifiques à la RV, afin d'en optimiser l'efficacité pédagogique.

4.3. Sentiment de présence et stress

Concernant la réponse émotionnelle, avant l'immersion, les trois groupes présentaient des niveaux de stress différents, les ambulanciers semblant moins stressés, probablement en raison de leur formation plus importante en médecine de catastrophe. Après l'immersion, les étudiants en médecine ont conservé des scores de stress plus élevés, probablement dus à leur manque de formation (161). Cette prise de conscience pourrait avoir accentué leur stress post-immersion.

À l'inverse, les étudiants en soins infirmiers affichaient des scores de stress significativement plus faibles. Comme dans une étude précédente (46), ils ont peut-être découvert qu'ils étaient capables de trier les victimes, ce qui a pu contribuer à réduire leur stress. Lors des tests, ils posaient plus de questions et verbalisaient davantage leur stress, ce qui pourrait avoir favorisé cette baisse. Ainsi, l'absence de formation préalable pouvant entraîner un stress plus élevé, ces données devraient être recueillies en amont et intégrées au pré-briefing. Le SdP semble aussi influencé par des différences individuelles. Les femmes de l'échantillon présentaient des scores de SdP plus élevés. Bien que plusieurs études ne montrent pas de différence significative, certaines confirment une présence plus élevée chez les femmes (115), pouvant expliquer leurs meilleures performances et apprentissages (162). Toutefois, des recherches antérieures ont souligné l'absence de modèle clair concernant le sexe et le SdP, mettant en question la pertinence de nos méthodes actuelles pour capturer l'ensemble du spectre du SdP (163).

4.4. Sentiment de présence et facteurs internes

Aucune association claire n'a été trouvée entre le style de *coping* ou la prise de décision et le SdP. Pourtant, les participants des trois groupes présentaient des tendances similaires pour ces deux variables. Il pourrait donc être plus pertinent d'explorer d'autres aspects, tels que les types de personnalité ou les formes d'intelligence. En effet, l'intelligence spatiale et l'introversion ont démontré un effet positif sur le SdP (150). Toutefois, ces études ont été menées dans le cadre de l'utilisation de la RV à des fins thérapeutiques, et non pédagogiques. Par ailleurs, étant donné que les facteurs individuels et le SdP varient entre les utilisateurs d'un même dispositif (164), il serait pertinent d'analyser ces variables sur un même échantillon, tout en utilisant différents types de support.

5. Limites

Cette étude présente plusieurs limites et biais. D'abord, la représentativité des participants est restreinte. En effet, chaque groupe professionnel étant issu d'un même établissement. Un biais de désirabilité sociale est possible, bien que la participation ait été volontaire. La quantité importante de questionnaires a pu induire une certaine fatigue et altérer la qualité des réponses. Les conditions de formation hétérogènes (dates, lieux, facilitateurs) constituent une autre limite, malgré l'usage d'outils standardisés et de facilitateurs expérimentés. Enfin, la taille

réduite de l'échantillon, due à l'arrêt prématuré de la collecte des données imposé par la pandémie, limite la généralisation des résultats. Il est également possible que le cadre théorique utilisé n'intègre pas pleinement la spécificité de l'expérience immersive en RV, davantage influencée par le niveau d'immersion que par les variables pédagogiques.

6. Conclusion

La présente étude visait à mieux comprendre le processus du SdP et sa modulation selon les différentes professions du domaine de la santé. Les résultats ont révélé des différences significatives de SdP entre les groupes, soulignant que l'expérience immersive n'est ni universelle ni homogène. Ces écarts doivent être pris en compte dans la conception de formation en RV, afin d'en optimiser la portée pédagogique. L'étude insiste également sur la nécessité d'adapter les environnements de RV aux besoins spécifiques de chaque groupe professionnel, dans le respect des bonnes pratiques pédagogiques. Par ailleurs, certaines lacunes subsistent dans la littérature, notamment l'absence de définition unifiée du SdP et le manque de compréhension des mécanismes cognitifs sous-jacents, tels que le rôle de l'expérience antérieure ou de la mémoire. Il apparaît donc essentiel d'identifier les niveaux d'expérience nécessaires pour atteindre un SdP optimal, et ainsi tirer pleinement parti de l'immersion. Dans cette continuité, il devient pertinent d'élargir la réflexion au-delà de la seule RV, en interrogeant la transférabilité du SdP à d'autres modalités de simulation tout en poursuivant l'analyse des facteurs individuels qui peuvent influencer la qualité de l'expérience d'apprentissage.

7. Évolution du questionnement

Ce quatrième chapitre s'est attaché à explorer les facteurs susceptibles d'influencer le SdP en simulation immersive fondée sur la RV. Plus spécifiquement, cette étude a examiné les relations entre les facteurs internes, les facteurs sociaux et le SdP, afin de mieux comprendre les déterminants de l'expérience immersive vécue par les participants.

Les résultats montrent que le SdP est influencé par un ensemble de variables, tant internes que sociales, confirmant qu'il s'agit d'un phénomène multidimensionnel, modulé par les caractéristiques individuelles des apprenants et par leur interaction avec l'environnement

simulé. Ces résultats renforcent l'idée que le SdP ne peut être réduit à une simple caractéristique de la technologie utilisée, mais qu'il émerge de l'interaction dynamique entre l'apprenant, le dispositif de simulation et le contexte social dans lequel celui-ci s'inscrit.

Bien que ce chapitre permette d'identifier plusieurs facteurs associés au SdP, il n'offre qu'une vision partielle de ce phénomène. Son analyse reste centrée sur une modalité spécifique de simulation et ne permet pas de comparer l'expérience de présence entre différentes modalités de simulation couramment utilisées dans les cursus de formation IPA. De plus, si certains effets liés aux caractéristiques professionnelles ont été observés, la compréhension fine des variations du SdP selon les profils professionnels demeure limitée. Or, dans une perspective de conception pédagogique, notamment pour les formations en pratique infirmière avancée, il apparaît essentiel de comprendre comment le SdP varie non seulement en fonction des facteurs individuels, mais aussi selon les modalités de simulation mobilisées. Les cursus IPA combinent en effet diverses approches pédagogiques, telles que la simulation avec des mannequins ou des patients simulés, chacune présentant des caractéristiques immersives distinctes. Identifier les modalités les plus à même de susciter un SdP élevé, ou adaptées à certains profils d'apprenants, constitue un enjeu majeur pour optimiser l'impact pédagogique des dispositifs de simulation.

Ces constats ont conduit à une nouvelle évolution du questionnement de recherche. Après avoir analysé les facteurs internes et sociaux influençant le SdP en réalité virtuelle, il est apparu nécessaire d'adopter une approche plus intégrative, visant à comparer le SdP en fonction des modalités de simulation et des profils professionnels des participants. Cette évolution permet de dépasser une analyse centrée sur un seul dispositif pour mieux comprendre comment le SdP se construit et varie dans des contextes pédagogiques diversifiés.

Le chapitre suivant s'inscrit dans cette continuité. Il vise à explorer le SdP en simulation en tenant compte à la fois des modalités de simulation utilisées et des caractéristiques professionnelles des participants. Cette approche a pour objectif de dégager des implications pour la conception des parcours de simulation dans les formations des IPA, en identifiant les leviers susceptibles de renforcer l'engagement des apprenants et de potentialiser les apprentissages au sein des cursus IPA.

« C'est comme si j'y étais ! »

Comprendre le sentiment de présence en simulation : rôle des facteurs internes et des modalités de simulation

Chevalier, S., Doneux, M., Buléon, C., Ghuysen, A. & Paquay, M. (2025). "It feels like I was there!" A cross-sectional study to understand the sense of presence in simulation, the role of internal factors, and simulation modalities. *Journal of Healthcare Simulation*, 1–8.

« A dream is not reality, but who's to say which is which. »

Lewis Carroll, Alice in Wonderland

1. Introduction

Le chapitre précédent a étudié les facteurs influençant le SdP dans le but de mieux comprendre comment l'optimiser dans les simulations de RV (46,104,105). Des caractéristiques individuelles telles que la personnalité, le niveau d'expérience, la profession et le sexe contribuent à façonner le SdP dans les environnements de RV. Cependant, la prédominance de ces études dans des contextes de RV limite notre compréhension de l'impact de ces facteurs dans d'autres modalités de simulation. Bien que la recherche se soit traditionnellement concentrée sur le SdP dans le domaine de la RV, il est essentiel de reconnaître que ce phénomène peut également se manifester à des degrés divers dans d'autres modalités de simulation.

Comme expliqué précédemment, le SdP est l'expérience psychologique d'« être là » dans un environnement virtuel (165). Elle est décrite comme « l'illusion perceptuelle de non-médiation », dans laquelle la technologie et l'environnement physique externe disparaissent de la conscience phénoménologique de l'utilisateur. Cette « illusion » implique des réponses continues des systèmes de traitement sensoriel, cognitif et affectif humains aux objets et entités de l'environnement d'une personne (166,167). Ce SdP est intimement lié aux concepts de réalisme, de fidélité et de contrat de fiction, éléments nécessaires pour favoriser l'engagement des apprenants en simulation.

Le réalisme se définit comme la capacité de représenter une personne, une chose ou une situation avec précision et fidélité ; cela permet aux participants d'agir « comme si » la situation ou le problème était réel (168,169). Il permet de rendre plus crédible et naturelle l'expérience visuelle des participants, augmentant ainsi leur engagement et influençant leur acquisition des connaissances et des compétences (49,53,170,171).

Si le réalisme influence la façon dont les apprenants perçoivent la réalité d'une simulation ; la fidélité désigne la manière dont la simulation reproduit fidèlement les conditions du monde

réel. Cela inclut les aspects physiques, psychologiques et conceptuels (168,169). Les lignes directrices de l'INACSL insistent sur la nécessité de prendre en compte différents types de fidélité : physique, conceptuelle, psychologique, pour atteindre un réalisme optimal (152). En effet, la fidélité physique correspond à la reproduction de l'environnement réel, incluant le patient simulé, le mannequin, l'équipement, l'environnement et les accessoires. La fidélité conceptuelle garantit la cohérence du scénario, permettant aux participants de s'investir dans un cas crédible. Enfin, la fidélité psychologique enrichit l'expérience simulée en intégrant des éléments contextuels propres aux environnements cliniques tels que les interactions réalistes avec les patients ou le bruit ambiant (172). Une fidélité accrue vise à renforcer le réalisme perçu des participants (44). Enfin, le contrat de fiction se définit comme le degré d'engagement que les participants sont prêts à accorder à l'événement simulé. Il s'agit d'un concept qui encourage les participants à mettre de côté leur incrédulité et à accepter l'exercice simulé comme étant réel pendant toute la durée du scénario (168). Ce contrat va permettre un engagement émotionnel et cognitif plus profond chez l'apprenant. Celui-ci accepte ainsi de s'investir dans cette construction réaliste, ce qui facilite son engagement dans un cadre d'apprentissage sécurisé.

Bien qu'il existe plusieurs instruments pour mesurer le SdP, leur utilisation reste souvent confinée à des contextes spécifiques, comme les simulations en RV. Cette restriction rend difficile l'évaluation et la comparaison du SdP entre différentes méthodes de simulation. En outre, il n'existe à ce jour aucun outil universellement accepté et validé permettant de mesurer de manière exhaustive le SdP à travers différentes modalités de simulation.

Les outils actuels, souvent centrés sur la RV, ne saisissent pas toute la complexité d'autres modalités, telles que les simulations haute ou basse fidélité et les jeux de rôle.

Des recherches antérieures ont souligné en outre le défi que représente l'absence d'un outil universellement accepté et validé pour mesurer ce concept complexe dans la simulation (49,173). Il est donc essentiel de combler cette lacune afin de concevoir des interventions éducatives qui améliorent l'engagement et les résultats des apprenants.

Pour y remédier, Brackney et al. ont proposé d'utiliser un questionnaire validé issu de la recherche en RV, pour mesurer le réalisme et la fidélité perçue dans les simulations haute fidélité (49). En effet, le SdP constitue une mesure du réalisme, reflétant à quel point les apprenants se sentent immergés dans l'expérience simulée. Leur étude a fourni des résultats

intéressants, montrant que cet outil évaluait efficacement la fidélité physique, mais des recherches supplémentaires sont nécessaires pour explorer ses aspects conceptuels et psychologiques. Ces constats plaident pour l'extension des investigations au-delà du cadre traditionnel de la RV et des simulations haute fidélité. Nous avons dès lors voulu évaluer comment les SdP peuvent être mesurées et comparées à travers diverses méthodes de simulation, en élargissant la portée des outils existants pour garantir leur applicabilité dans divers contextes de simulation. L'objectif secondaire de cette étude était d'explorer l'influence de certains facteurs internes tels que la profession, la personnalité, l'expérience professionnelle et le sentiment d'auto-efficacité sur le SdP. Notre hypothèse principale était que le SdP serait relativement similaire entre les différentes modalités de simulation (127,174). Nos hypothèses secondaires étaient que le SdP pouvait varier en fonction de facteurs tels que la personnalité (175), la catégorie professionnelle (104) et l'expérience professionnelle (46), l'interdisciplinarité et les expériences antérieures en simulation. De plus, un SdP plus élevé devrait être lié à un sentiment d'auto-efficacité plus élevé (115,176).

2. Méthodes

2.1. Conception de l'étude

Une étude observationnelle analytique transversale a été menée afin de répondre à la question de recherche suivante : « *Comment le sentiment de présence change-t-il en fonction du type de simulation utilisé ?* »

2.2. Collecte des données

L'étude s'est déroulée dans deux centres de simulation situés en province de Liège. Le premier est le Centre de simulation médicale de l'Université de Liège, et le second est le Centre de simulation de la Haute École Libre Mosane. Les données ont été recueillies entre janvier et mars 2024. Avant le début de la collecte, le personnel des deux centres de simulation a été informé à propos de l'étude. La durée moyenne des séances de simulation était d'une heure et demie. À l'issue de chaque séance, la chercheuse principale a collecté les données à l'aide d'un questionnaire en format papier ou électronique. Sa présence systématique à toutes les séances a garanti une collecte de données standardisée et le respect du protocole de recherche.

2.3. Participants

L'échantillon était composé de trois groupes : 1) Des étudiants (stagiaires médecins, infirmiers de pratique avancée n'ayant pas encore d'expérience professionnelle, infirmiers en cours de baccalauréat ou de formation spécialisée, et sages-femmes) issus à la fois de l'Université de Liège et de la Haute École Libre Mosane ; 2) Des médecins diplômés ; 3) Des infirmiers diplômés. Les critères d'inclusion étaient d'être inscrit à une session de simulation au Centre de simulation de l'Université de Liège ou de la Haute École Libre Mosane et d'avoir participé activement à la simulation. Ont été exclus ceux qui n'avaient fait qu'observer la simulation ou qui avaient refusé de participer à l'étude. Chaque participant n'a pris part qu'à un seul type de simulation ; aucune collecte répétée n'a été réalisée pour une même personne.

2.4. Variables

Le paramètre principal étudié était le SdP, mesuré à l'aide d'un questionnaire en français adapté d'un outil initialement conçu pour les simulations en RV. Ce questionnaire comprenait 24 items répartis en sept sous-échelles : réalisme, possibilité d'agir, qualité de l'interface, possibilité d'examiner, auto-évaluation des performances, dimensions auditives et haptiques (48,153).

Les sous-échelles « haptique » et « auditive » n'ont pas été prises en compte, ces dimensions étant spécifiques à la RV ou aux simulations impliquant du son ou des interactions physiques. L'objectif était de développer un questionnaire le plus inclusif possible, applicable à l'ensemble des modalités de simulation. Chaque item a été reformulé afin d'assurer sa pertinence quel que soit le type de simulation et un panel de 15 évaluateurs aux profils variés a apporté des commentaires généraux pour garantir la compréhension de chaque item par l'ensemble des participants à l'étude. Le questionnaire finalisé a été validé par les chercheurs de l'étude et comportait une échelle de Likert à 7 points pour les réponses (1 – pas du tout à 7 – tout à fait), certains items étant formulés de manière inversée. L'analyse des réponses a suivi les recommandations issues de l'étude d'origine (48).

Des données sociodémographiques ont également été recueillies, incluant l'âge, le sexe, la profession, l'ancienneté clinique et l'expérience en simulation. Dans le cadre de cette étude, les étudiants du MSI, sans aucune expérience préalable, ont été classés dans la catégorie « étudiants », tandis que les autres ont été considérés comme infirmiers. Les stages cliniques n'ont pas été comptés comme des expériences professionnelles.

Le type de simulation a été classé en quatre catégories, selon le dictionnaire de simulation en santé (168) : simulation basse fidélité (mannequins simples et non interactifs, par exemple pour la réanimation cardiopulmonaire), simulation haute fidélité (mannequins interactifs de haute fidélité, par exemple pour la gestion d'une urgence telle qu'un choc anaphylactique), simulation procédurale (apprentissage de gestes techniques spécifiques, par exemple pour la mise en place d'un cathéter ou intubation) et jeu de rôle (patients simulés ou standardisés, par exemple pour l'annonce de mauvaises nouvelles ou éducation thérapeutique du patient). Le thème de la simulation correspondait aux compétences techniques (par exemple : réanimation cardiopulmonaire ou échographie) ou non techniques (par exemple : communication difficile ou gestion des conflits), y compris les aspects interdisciplinaires.

Les traits de personnalité ont été évalués l'aide du *Ten-Item Personality Inventory*, basé sur le modèle des Big Five (l'ouverture à l'expérience, la conscience, l'extraversion, l'agréabilité et le névrosisme), et validé en français (177). Chaque trait de personnalité était représenté par deux items, cotés sur une échelle de 1 (pas du tout d'accord) à 7 (tout à fait d'accord).

Enfin, les participants ont évalué leur sentiment d'auto-efficacité sur une échelle de Likert à 10 points (0 = pas capable, 10 = tout à fait capable), indiquant leur niveau de confiance dans leur capacité à appliquer les concepts appris lors de la simulation à leur pratique professionnelle actuelle ou future.

2.5. Biais

Un biais potentiel réside dans l'absence d'exploration du SdP dans les environnements de RV, principalement en raison de l'absence de séances de simulation en RV dans les centres participants à l'étude. Cette limitation empêche toute comparaison directe avec cette modalité spécifique.

2.6. Taille d'échantillon

Le caractère exploratoire de l'étude ainsi que l'absence de données préalables, concernant le SdP dans des contextes de simulation non RV, n'ont pas permis de réaliser un calcul de taille d'échantillon a priori. L'étude a inclus 252 participants, représentant l'ensemble des étudiants et professionnels éligibles présents durant la période de collecte. Cette taille d'échantillon, combinée à des outils psychométriques validés et à l'inclusion de diverses modalités de

simulation et de sous-groupes de participants, a permis des analyses statistiques inférentielles robustes. L'échantillon s'est avéré suffisant pour identifier des tendances et formuler des hypothèses en vue de recherches ultérieures dans ce domaine encore peu étudié.

2.7. Analyses statistiques

Des analyses statistiques ont été réalisées à l'aide des logiciels R et Minitab. Des statistiques descriptives ont été utilisées pour caractériser l'échantillon, et des tests de normalité ont été effectués afin d'évaluer la distribution des données. Un test Anova a servi à vérifier l'hypothèse selon laquelle le SdP serait constant selon les différentes modalités de simulation, tout en variant en fonction de la personnalité, de la profession et de l'expérience en simulation des participants. Une analyse de corrélation a été menée également pour explorer l'hypothèse selon laquelle un SdP élevé serait associé à un score d'auto-efficacité plus élevé. Un modèle multivarié a été élaboré afin de tenir compte des facteurs de confusion potentiels, notamment l'âge, le sexe, la profession, l'expérience de simulation, l'expérience professionnelle, le type de simulation, l'interdisciplinarité et les traits de personnalité. Les résultats dont la p-valeur était inférieure à 0.05 ont été considérés comme statistiquement significatifs. L'analyse a porté sur 260 questionnaires, après exclusion de huit questionnaires comportant des données manquantes. Les propriétés psychométriques du questionnaire ont été vérifiées : l'alpha de Cronbach s'élevait à 0.82, indiquant une bonne cohérence interne pour le questionnaire du SdP utilisé dans cette étude. Le questionnaire original présentait un alpha de 0.84, ce qui indique que la cohérence interne a été maintenue après la reformulation des items.

2.8. Considérations éthiques

Cette étude a été approuvée par le Comité d'éthique hospitalo-facultaire universitaire de Liège (numéro de référence : 2023/386). La participation à l'étude était volontaire et anonyme. Chaque personne a rempli et signé un formulaire de consentement éclairé écrit pour participer à cette étude.

3. Résultats

3.1. Échantillon de l'étude

L'échantillon total de l'étude comprenait 252 participants, dont 59 médecins, 56 infirmiers et 137 étudiants issus des filières de médecine, soins infirmiers et sages-femmes. L'ensemble des participants aux séances de simulation ont accepté de prendre part à l'étude. Les sessions de simulation se répartissaient comme suit : 97 simulations avec patients simulés (39 %), 33 simulations basse fidélité (13 %), 84 simulations haute fidélité (33 %) et 38 simulations procédurales (15%). Le tableau 16 résume les caractéristiques sociodémographiques et expérientielles de l'échantillon de l'étude.

Tableau 16. *Échantillon de l'étude*

Variabiles	Médecins	Infirmiers	Étudiants	Total
	n = 59	n = 56	n = 137	n = 252
Sexe, n (%)				
Homme	24 (9)	25 (10)	27 (11)	76 (30)
Femme	35 (14)	31 (12)	110 (44)	176 (70)
Âge (années) IIQ	28.0 (26.0 – 30.0)	31.5 (25.8 – 36.0)	22.0 (21.0 – 23.0)	24.0 (22.0 – 30.0)
Expérience professionnelle (années) IIQ	4.0 (2.0 – 6.0)	7.0 (2.0 – 9.0)	0.0 (0.0-0.0)	4.0 (2.0 – 5.0)
Expérience simulation (nombre de fois), n (%)				
0	1 (0)	1 (0)	1 (0)	3 (1)
1 – 5	13 (5)	18 (7)	103 (41)	136 (53)
6 – 10	29 (12)	8 (3)	29 (12)	64 (26)
> 10	16 (6)	29 (12)	4 (2)	49 (20)
Type de simulation, n (%)				
Basse fidélité	17 (52)	11 (33)	5 (15)	33 (13)
Haute fidélité	30 (12)	12 (5)	42 (17)	84 (33)
Jeu de rôle	12 (5)	27 (11)	58 (23)	97 (39)
Procédural	0 (0)	6 (2)	32 (54)	38 (15)

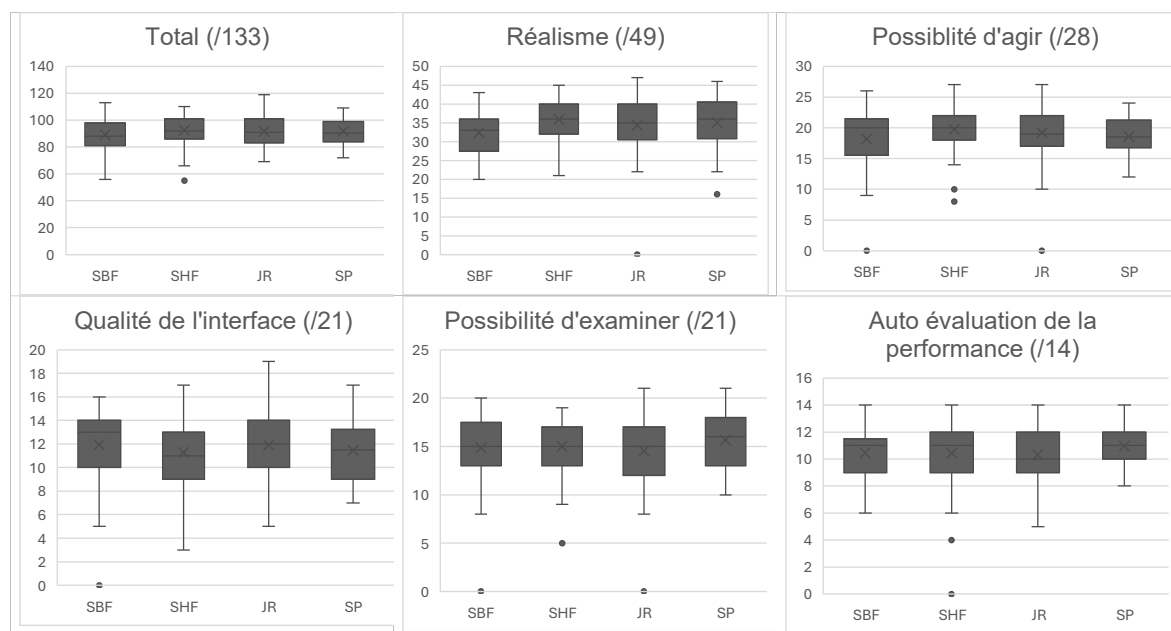
IIQ (P25 – P75) = intervalle interquartile

3.2. Sentiment de présence

- **Influence des modalités de simulation sur le sentiment de présence**

Aucune différence significative n'a été observée en fonction des modalités de simulation ($p = 0.55$). Cependant, la sous-échelle « réalisme » a montré une différence significativement plus faible pour les simulations basse fidélité par rapport aux autres modalités ($p = 0.04$). La figure 5 présente une comparaison du SdP et de ses sous-échelles selon les différentes modalités de simulation. Toutes les sous-échelles du questionnaire sont positivement corrélées avec le SdP ($p < .001$), à l'exception de la sous-échelle « qualité de l'interface ».

Figure 5. Comparaison du SdP et de ses sous-échelles selon les différentes modalités de simulation (178).



SBF : simulation basse fidélité

SHF : simulation haute fidélité

JR : jeu de rôle

SP : simulation procédurale

(/Y) : score maximal pour chaque item ou score total de l'échelle du sentiment de présence

Ligne dans la boîte : moyenne

Bords de la boîte : intervalle de confiance

Points (.) : valeurs atypiques

Dans notre étude, l'échelle du SdP, dont le score maximal est de 133, a été divisée en cinq sous-échelles : réalisme (score maximal de 49), possibilité d'agir (score maximal de 28), qualité de l'interface (score maximal de 21), possibilité d'examiner (score maximal de 21) et auto-évaluation de la performance (score maximal de 14). Les scores totaux du SdP et de chacune des sous-échelles sont présentés dans la figure 5 pour chaque modalité de simulation étudiée. Aucune différence significative n'a été observée pour le score total du SdP selon la modalité de simulation ($p = 0.55$). De même, aucune différence significative n'a été relevée pour les scores des sous-échelles suivantes : possibilité d'agir ($p = 0.25$), qualité de l'interface ($p = 0.35$), possibilité d'examiner ($p = 0.26$) et auto-évaluation de la performance ($p = 0.37$) selon les modalités de simulation. Seule la sous-échelle du réalisme a montré une différence significativement plus faible dans les simulations basse fidélité par rapport aux autres modalités ($p = 0.04$).

- **Influence d'autres facteurs**

Les résultats indiquent que le SdP est significativement plus faible chez les étudiants comparativement aux infirmiers ($p < .001$) (Tableau 17). Le SdP ne varie pas en fonction de l'expérience préalable en simulation ($p = 0.25$). De plus, un SdP élevé est associé à un sentiment d'auto-efficacité accru ($p < .001$). L'expérience professionnelle exerce également une influence significative sur le SdP ($p = 0.01$). Le caractère interdisciplinaire de la simulation n'a pas d'effet significatif sur le SdP ($p = 0.09$).

Tableau 17. *Analyses univariées des facteurs influençant le SdP*

Variables	Sentiment de présence Moyenne ± SD	P-valeur
Interdisciplinarité		0.09
Non	91.0 ± 11.7	
Oui	94.1 ± 9.9	
Sexe		0.8
Homme	91.9 ± 10.0	
Femme	91.6 ± 11.9	
Profession		<.001
Étudiant	89.7 ± 11.6	
Infirmier	94.9 ± 10.6	

Médecin	93.3 ± 10.9	
Expérience en simulation		0.25
1 à 5	90.7 ± 1.5	
6 à 10	91.9 ± 12.4	
> 10	92.1 ± 11.2	

SD = écart type

Variabiles	R	R2	P-valeur
Âge	0.1	0.01	0.12
Expérience professionnelle	0.06	0.02	0.01
Sentiment d'auto-efficacité	0.38	0.15	<.001

Enfin, bien que tous les traits de personnalité soient corrélés au SdP (tableau 18), les personnes ayant un trait de personnalité « ouvert » ont tendance à signaler un SdP plus élevé que celles ayant d'autres traits de personnalité.

Tableau 18. *Corrélation entre le SdP et la personnalité*

Traits de personnalité	R	IC à 95 %	P-valeur
Extraverti	0.14	0.0-0.26	0.03
Sympathique	0.13	0.01-0.2	0.04
Conscientieux	0.14	0.01-0.26	0.03
Émotionnellement stable	0.15	0.03-0.27	0.02
Ouvert	0.25	0.12-0.36	<.001

IC = intervalle de confiance

- **Modèle multivarié**

Les résultats du modèle multivarié, présentés dans le tableau 19, indiquent que les variables étudiées expliquent 9.5 % de la variabilité du SdP ($p < .001$). Il est à noter que les infirmiers présentent une augmentation significative du SdP (coefficient = 5.32, $p = 0.03$) par rapport aux étudiants, tandis que les médecins affichent également une tendance positive, bien que non statistiquement significative (coefficient = 4.14, $p = 0.07$). Des traits de personnalité tels que « extraverti » (coefficient = 0.48, $p = 0.04$) et « sympathique » (coefficient = 0.71, $p = 0.04$)

exercer une influence positive sur le SdP. En revanche, l'âge, le sexe, l'expérience professionnelle, l'expérience en simulation et le caractère interdisciplinaire des séances ne présentent pas d'effet significatif sur le SdP.

Tableau 19. *Modèle multivarié basé sur le SdP*

Variab les	Coeff	SD	P-valeur
Âge	-0.2	0.2	0.35
Sexe (homme)	0.3	1.8	0.87
Profession			
Étudiant	-	-	-
Infirmier	5.3	2.4	0.03
Médecin	4.1	2.3	0.07
Expérience professionnelle (en années)	0.2	0.2	0.38
Expérience en simulation (en années)			
0	-	-	-
1 à 5	-7.0	11.7	0.65
6 à 10	-1.8	1.8	0.64
> 10	-1.6	1.7	0.54
Simulation			
Basse fidélité	-	-	-
Haute fidélité	5.0	2.6	0.06
Jeu de rôle	4.7	2.7	0.08
Procédural	6.0	3.2	0.06
Interdisciplinarité (oui)	2.9	2.3	0.20
Consciencieux	0.4	0.4	0.32
Émotionnellement stable	-0.1	0.3	0.87
Extraverti	0.5	0.2	0.04
Ouvert	0.4	0.3	0.16
Sympathique	0.7	0.4	0.04

R² ajusté : 9.5 %

p : 0.0014

SD : écart type

4. Discussion

4.1. Variation du sentiment de présence en fonction de la modalité de simulation

Nos résultats ont confirmé notre hypothèse principale selon laquelle le SdP reste constant à travers différentes modalités de simulation. Les scores de SdP étaient similaires dans les quatre modalités de simulation étudiées. Cette cohérence met en évidence l'importance du SdP au sein de chaque simulation, quel que soit le type de technologie utilisée. Elle suggère également que l'efficacité des différentes modalités en matière de résultats d'apprentissage pourrait être comparable, compte tenu de la relation positive existant entre ces deux facteurs (115,127).

Brackney et Priode ont adapté le questionnaire de SdP afin de mesurer le réalisme dans la simulation haute fidélité (49). Leur étude a montré que cet outil permettait d'évaluer efficacement la fidélité physique, renforçant ainsi l'idée que le SdP constitue une mesure pertinente dans le cadre de la formation par simulation. Les résultats de notre étude vont dans le même sens, suggérant que l'adaptation du questionnaire de SdP offre un cadre solide pour évaluer la fidélité à travers différentes modalités de simulation (49). Cette approche permet non seulement de mesurer le SdP, mais aussi de mieux comprendre comment le réalisme influence les résultats pédagogiques. En disposant d'un outil de mesure valide, il devient possible d'explorer plus en profondeur les liens entre le SdP, le réalisme et l'efficacité éducative dans la formation basée sur la simulation.

4.2. Variation du sentiment de présence en fonction de la profession

Une autre hypothèse suggérait que le SdP varierait en fonction de la profession de l'apprenant (104). Cette hypothèse a été partiellement confirmée par nos résultats. Le SdP était similaire chez les infirmiers et les médecins, mais significativement plus faible pour les étudiants. Nous avons également constaté une corrélation statistique entre l'expérience professionnelle et le SdP. Ces résultats concordent avec ceux de l'étude de Servotte et al., qui ont rapporté un SdP plus faible chez les étudiants de premier cycle comparé aux étudiants diplômés (46). Ces données suggèrent que l'expérience clinique préalable permet aux apprenants de mieux s'engager dans un environnement de RV, améliorant ainsi leur SdP (126). L'accumulation d'expériences semble favoriser une interaction plus riche avec les environnements simulés,

rendant les simulations plus efficaces et immersives. Dans une étude connexe, Brackney et Priode ont émis l'hypothèse que les étudiants expérimentés pourraient trouver les simulations moins réalistes que ceux sans expérience (49). Cependant, leurs résultats ont montré que les scores de réalisme étaient similaires entre les étudiants expérimentés et non expérimentés (49).

Le réalisme peut être influencé par trois types de fidélité : psychologique, conceptuelle et physique. Si l'impact de la fidélité physique sur le réalisme est relativement simple à mesurer, il n'en va pas de même pour la fidélité psychologique. Des expériences positives antérieures peuvent renforcer cette fidélité psychologique en atténuant les éléments perçus comme moins réalistes dans la simulation. La variabilité des liens entre expérience et fidélité pourrait s'expliquer en partie par les outils de mesure utilisés. Par exemple, l'échelle de Brackney et Priode s'avère efficace pour évaluer la fidélité physique, mais pourrait manquer de sensibilité pour capturer les dimensions psychologiques et conceptuelles. Notre échelle, en revanche, est peut-être mieux adaptée pour évaluer ces autres dimensions de la fidélité.

4.3. Variation du sentiment de présence en fonction de la personnalité

Nos résultats ne confirment pas l'hypothèse selon laquelle le SdP varierait en fonction des traits de personnalité individuels. Bien que toutes les dimensions de la personnalité présentent des corrélations positives, aucune ne montre de lien fort avec le SdP. Cela suggère qu'il serait pertinent d'explorer d'autres facteurs tels que l'implication émotionnelle (144,150,179,180), la motivation, l'engagement (180), la charge cognitive, le plaisir (127), ou encore la narration (179,181,182). Par exemple, les recherches sur le développement de l'empathie soulignent que ce n'est pas la personnalité mais plutôt le transport émotionnel qui contribue de manière significative à l'amélioration de cette compétence (179). Cela soulève des questions sur les moyens de favoriser ce transport émotionnel dans les simulations, afin de soutenir l'acquisition de compétences. De plus, le rôle de la narration dans la fidélité conceptuelle reste peu étudié ; alors que la narration structurée pour la cognition a déjà démontré son efficacité dans la capacité d'apprentissage des stagiaires en chirurgie (182). Dans l'ensemble, ces éléments de transport émotionnel et de narration pourraient influencer de manière significative l'expérience de présence, mettant en évidence la nécessité d'une approche holistique pour mieux comprendre les mécanismes sous-jacents.

4.4. Implications pratiques

Des études complémentaires sont nécessaires pour explorer les impacts psychologiques et les interactions entre les expériences antérieures et le SdP. Ce constat souligne le caractère bénéfique de cette méthode pédagogique, qui permet aux étudiants de s'exercer en simulation avant leur tout premier contact avec le patient. Cependant, nous devons réfléchir à la manière d'engager et de favoriser un SdP parmi les étudiants qui manquent d'expérience professionnelle dans ces environnements. Bien que la nécessité de la formation soit largement reconnue, il demeure crucial d'améliorer la qualité de la formation de base afin de contribuer à la réduction de la mortalité hospitalière (183,184). Dans cette perspective, l'objectif principal des simulations destinées aux premiers contacts devrait être d'assurer la sécurité et de familiariser les étudiants avec l'environnement clinique. Les premières simulations ne devraient pas imposer de contraintes excessives, car les étudiants débutants ne disposent pas encore de la fidélité psychologique requise pour atteindre des objectifs d'apprentissage plus ambitieux. Ces séances devraient plutôt servir à démystifier le milieu clinique, en posant une base de soutien pour les apprentissages futurs. Au fur et à mesure que les étudiants acquièrent de l'expérience clinique, des objectifs plus complexes pourront être introduits, s'appuyant sur leur gain de compétence et de confiance.

5. Limites

Un seul type de questionnaire a été utilisé pour mesurer le SdP, ce qui pourrait biaiser les résultats, car il n'existe aucun questionnaire validé pour le SdP au-delà de la RV.

6. Conclusion

Cette étude enrichit notre compréhension du SdP au-delà des méthodes de simulation traditionnelles telles que la réalité virtuelle (RV). Nous avons constaté que le SdP reste constant, indépendamment du degré de sophistication technologique, ce qui suggère la nécessité de privilégier la fidélité conceptuelle et émotionnelle plutôt que l'aspect technologique. Une exploration plus approfondie de l'aspect interdisciplinaire pourrait également mettre en lumière l'impact de la collaboration sur les résultats d'apprentissage et l'auto-efficacité. La compréhension de ces facteurs peut nous aider à optimiser l'enseignement

basé sur la simulation, en l'adaptant pour maximiser son impact pédagogique et mieux préparer les étudiants à la pratique professionnelle future.

7. Évolution du questionnement

Ce cinquième chapitre avait pour objectif d'approfondir la compréhension du SdP en simulation, en analysant son rôle et ses déterminants à travers différentes modalités de simulation et profils professionnels. Les résultats montrent que le SdP ne varie pas de manière significative selon la modalité de simulation utilisée, confirmant qu'il ne peut être appréhendé comme une simple propriété de la technologie ou du dispositif pédagogique. Il s'inscrit au contraire dans une expérience globale, résultant de l'interaction entre les caractéristiques des apprenants, le contexte de simulation et la manière dont les situations pédagogiques sont conçues et vécues. Dans le contexte de la formation des professionnels de la santé, et plus particulièrement des IPA, cette observation invite à dépasser une vision techno-centrée de la simulation au profit d'une approche centrée sur l'expérience d'apprentissage.

Ainsi, si le SdP ne constitue pas un critère discriminant entre les différentes modalités de simulation, il demeure néanmoins un levier central de l'engagement et de l'implication des apprenants dans les situations simulées. Ces résultats suggèrent que l'enjeu principal ne réside pas tant dans le choix de la modalité de simulation que dans la conception pédagogique des dispositifs, la cohérence des scénarios et l'intégration de la simulation dans un parcours de formation cohérent.

Ce chapitre met également en lumière un résultat particulièrement intéressant sur le plan pédagogique. Les simulations réalisées dans un contexte interdisciplinaire sont associées à une augmentation du sentiment d'auto-efficacité des apprenants. Ce résultat suggère que certaines configurations pédagogiques, indépendamment de la modalité de simulation mobilisée, peuvent renforcer des dimensions motivationnelles essentielles à l'apprentissage.

Dans le cadre de compétences des IPA, la collaboration interprofessionnelle constitue un élément central. La pratique infirmière avancée s'inscrit divers professionnels de santé. Les simulations interdisciplinaires apparaissent dès lors comme des dispositifs pédagogiques particulièrement pertinents pour refléter la réalité des pratiques cliniques mais également pour

favoriser la compréhension mutuelle des rôles, la communication et la coordination des soins au sein des équipes de soins.

Ces résultats invitent à dépasser une réflexion centrée sur les mécanismes expérientiels du SdP pour s'orienter vers une réflexion centrée sur la place des simulations interdisciplinaires dans les cursus de formation IPA. Si ces dispositifs semblent susceptibles de renforcer l'auto-efficacité des apprenants, il devient alors nécessaire d'en analyser plus finement les apports concrets en termes d'apprentissage, en particulier pour les étudiants en pratique infirmière avancée.

Dans cette perspective, le chapitre suivant vise à analyser l'apprentissage de compétences techniques en simulation dans le cadre d'une formation interprofessionnelle partagée entre étudiants en médecine et étudiants en pratique infirmière avancée. Il s'agira d'examiner l'impact de ces dispositifs pour soutenir le développement des compétences nécessaires à l'exercice de la pratique infirmière avancée.

Apprentissage des compétences techniques en simulation : formation partagée pour les étudiants en médecine et en pratique infirmière avancée

Chevalier, S., Paquay, M., Krutzen, S., Ghuysen, A. & Stipulante, S. (2025). Learning technical skills in simulation: Shared training for medical students and advanced practice nurses. *Clinical Simulation in Nursing*, 98.

« Les disciplines sont le lieu où nous commençons, mais pas où nous finissons. »

Allen F. Repko, Introduction aux études interdisciplinaires

1. Introduction

Dans le précédent chapitre, nous avons mis en évidence que les simulations interdisciplinaires contribuaient à renforcer le sentiment d'auto-efficacité chez les apprenants. Cet aspect interdisciplinaire en simulation nous a interpellés et il nous a semblé nécessaire d'en explorer les caractéristiques, afin de mieux comprendre les mécanismes qui sous-tendent ses effets.

La simulation interdisciplinaire s'inscrit dans une logique de formation innovante, centrée sur la collaboration entre les différents professionnels de la santé. Elle permet aux apprenants de se préparer à collaborer dans leur futur milieu clinique (63) en favorisant notamment le travail d'équipe et la communication interprofessionnelle (185). De plus, elle facilite une meilleure compréhension des rôles et responsabilités de chacun au sein de l'équipe de soins (186).

Cette approche prend tout son sens dans le contexte de la pratique infirmière avancée, où l'interaction avec les autres disciplines est quotidienne et déterminante pour la qualité des prises en charge des patients. Dès lors, intégrer la simulation interdisciplinaire dans le parcours de formation des IPA constitue une opportunité pédagogique pour développer des compétences collaboratives, essentielles à la pratique en équipe pluriprofessionnelle (187).

Au cours de leur formation initiale, les IPA reçoivent une formation en simulation portant sur un large éventail de compétences, aussi bien techniques que non techniques. Certaines des procédures techniques, telles que la réalisation de sutures ou de plâtres, sont communes à celles enseignées aux étudiants en médecine. Le développement de programmes de formation partagés entre les étudiants IPA et médecins apparaît comme une approche pédagogique prometteuse. De tels dispositifs ont le potentiel de renforcer les compétences interdisciplinaires, de favoriser la compréhension mutuelle et de préparer les futurs professionnels à une collaboration efficace (188). L'intégration plus systématique de ces formations interdisciplinaires dans les programmes de formation initiale pourrait améliorer considérablement leur impact et leur efficacité. Notre étude s'inscrit dans cette perspective et plaide pour la mise en œuvre de simulations techniques partagées dans la formation des IPA et

des médecins. L'objectif était d'évaluer et de comparer l'impact d'un programme de formation par simulation partagé sur l'acquisition des compétences en suture et en plâtre dans les deux groupes d'apprenants.

2. Méthodes

2.1. Conception de l'étude

Une étude observationnelle analytique de cohorte a été réalisée pour répondre à la question de recherche suivante : « Quel est l'impact d'une formation partagée par simulation procédurale sur l'apprentissage des sutures et plâtres chez les étudiants IPA et médecins en formation initiale ? »

2.2. Population

La population des IPA se compose d'étudiants en deuxième année du MSI du Consortium Liège-Luxembourg. Leur formation comprend deux années de master à la suite d'un bachelier en soins infirmiers.

La population des médecins regroupe des étudiants en troisième année de master de l'Université de Liège. Leur formation comprend trois années de bachelier suivies de trois années de master, après quoi ils se spécialisent dans le domaine de leur choix.

2.3. Simulation procédurale

2.3.1. Conception de la simulation

La première étape a été d'identifier les procédures techniques clés à apprendre aux futurs IPA compte tenu de l'absence de cadre législatif belge claire. Sur la base d'une enquête menée auprès de médecins et d'infirmiers d'urgence belges, les plâtres et les sutures ont été jugés comme étant les plus pertinents. Un programme de formation en simulation sur ces deux actes techniques est déjà en vigueur dans le parcours des médecins. Une réflexion a donc été menée pour la partager avec les étudiants IPA.

La formation de simulation partagée a été créée par un groupe d'experts en simulation, en médecine d'urgence et en sciences infirmières. Les normes de bonnes pratiques relatives à la formation interprofessionnelle par simulation ont servi de base à cette formation partagée (109). Son objectif général était de pouvoir effectuer cinq points de suture individuels sur un pied de porc et un plâtre sous forme de botte plâtrée sur un autre apprenant.

2.3.2. E-learning

Au préalable, les participants ont reçu un premier courriel d'invitation avec les explications relatives à la formation et à l'étude. Un second message contenait des questionnaires relatifs aux sutures et aux plâtres (expérience, connaissances, auto-efficacité) à remplir avant l'e-learning pour le pré-test (T0). Les étudiants pouvaient remplir le questionnaire directement en ligne ou le rendre en version papier le jour de la formation au chercheur. Ensuite, les participants ont été invités à visionner l'e-learning, qui renseignait sur le matériel nécessaire et fournissait des conseils sur l'exécution des deux procédures techniques. Cet e-learning avait été créé au préalable par des experts en simulation et en médecine d'urgence pour les étudiants en médecine.

2.3.3. Pré-briefing, briefing et simulation

Lors de la journée de simulation (T1), il a été demandé aux participants de remplir des questionnaires papiers sur les sutures et les plâtres (connaissance, auto-efficacité, satisfaction d'apprentissage et confiance en soi). Ensuite, un pré-briefing standardisé a été réalisé par un médecin urgentiste. Au cours de ce pré-briefing, le médecin expliquait le déroulement de la formation, son objectif et les principes de simulation. Il a ensuite présenté un rappel théorique et réalisé une démonstration des procédures.

Les étudiants se sont relayés pour réaliser des plâtres et des sutures sous la supervision du médecin. Après la séance de simulation, les participants ont rempli les mêmes questionnaires qu'au début de la formation (T2) (connaissances, auto-efficacité, satisfaction d'apprentissage et confiance en soi).

2.3.4. *Facilitateurs*

Le médecin urgentiste encadrant les sessions de formation est titulaire d'un certificat universitaire en simulation. Avec plus de vingt-cinq ans d'expertise clinique, ce médecin a également de l'expérience dans le mentorat des étudiants lors de sessions de formation assurant une approche pédagogique complète et adaptée aux besoins des participants.

2.3.5. *Débriefing*

À la fin de la simulation, le facilitateur a utilisé la méthode PEARLS pour le débriefing. Ensuite, les participants ont été filmés en train d'effectuer les actes techniques pour l'évaluation finale par un panel d'experts (T3). Pour terminer, les étudiants ont participé à des entretiens individuels en face-à-face (T4) où ils ont partagé leur point de vue sur le programme de formation, leurs attentes, leur niveau de satisfaction et leurs suggestions d'amélioration.

2.4. Recrutement

Un échantillonnage de commodité non probabiliste a été utilisé. L'échantillon comprenait des étudiants de dernière année issus des deux filières, tous inclus dans l'étude à l'exception de ceux n'ayant pas donné leur consentement. Les séances de simulation étaient intégrées dans leur programme de formation soit dans le cadre du stage aux urgences pour les étudiants en médecine, soit dans les AIP pour les étudiants IPA. La participation se faisait sur base volontaire via une invitation envoyée par le Centre de simulation médicale de l'Université de Liège. Afin de limiter les biais de confusion, la formation a été standardisée avec un même facilitateur et des objectifs pédagogiques clairement définis.

2.5. Collecte des données

2.5.1. *Planification*

Cette étude a été menée entre octobre 2022 et janvier 2023. Plusieurs séances de formation ont été organisées pour favoriser l'enseignement en petits groupes. Les données ont été recueillies au moyen de questionnaires papiers pour la journée de simulation et en ligne pour la période précédant l'e-learning.

2.5.2. Instruments d'évaluation

Les questionnaires non validés (portant sur les données sociodémographiques, l'expérience, les connaissances, le sentiment d'auto-efficacité et la performance en pose de plâtres) ont été élaborés par l'équipe de recherche, composée d'experts en simulation, d'un médecin et d'une infirmière urgentiste, en raison de l'absence d'outils spécifiques dans la littérature. La pertinence de leur contenu a été évaluée par six experts en simulation, en médecine d'urgence et en statistique à l'aide d'une échelle de Likert (1 = pas du tout pertinent à 7 = très pertinent). Un questionnaire était considéré comme validé si la moyenne des scores était ≥ 6 et l'écart interquartile ≤ 1 , et ce, pendant deux tours consécutifs du processus Delphi. La validation a été obtenue après trois tours de Delphi. Les propriétés psychométriques de ces outils n'ont pas été évaluées. En revanche, les questionnaires relatifs à la satisfaction, à la confiance en soi et à la performance en suture sont des instruments validés dans la littérature.

Les variables suivantes ont été recueillies à différents moments de l'étude (T0, T1, T2, T3 et T4) :

- Sociodémographiques et expérience (T0)
- Connaissances (T0, T1, T2)
- Sentiment d'auto-efficacité (T0, T1, T2)
- Satisfaction des étudiants et confiance en soi dans l'apprentissage (T1, T2)
- Performances (T3)
- Entretiens individuels (T4)

2.6. Analyse des données

S'agissant des données quantitatives, le logiciel Rx64 Commander® (version 4.2.2) a été utilisé pour toutes les analyses statistiques. Des statistiques descriptives ont été réalisées pour examiner les caractéristiques socioprofessionnelles de nos deux groupes, à l'aide de tests de proportions (Chi-carré) exprimés en taux et en pourcentages. Des tests statistiques ont permis de comparer les différentes variables des deux procédures par rapport à la formation initiale des deux groupes. Des tests de Mann-Whitney ont été effectués pour les variables asymétriques. D'autres tests statistiques ont été effectués pour mesurer l'évolution de ces variables tout au long de la formation (T0, T1, T2). Le test des rangs de Wilcoxon a servi pour

examiner l'évolution des variables mesurées sur deux temps. Le test de Friedman a été employé pour examiner l'évolution des variables sur trois temps lorsque la distribution des résidus s'écartait de la normalité. Pour les résultats significatifs du test de Friedman, des comparaisons par paires ont été effectuées à l'aide du test de Wilcoxon (T2-T0, T2-T1, T1-T0), en utilisant la méthode de Bonferroni ($p = 0.017$). Les variables quantitatives ont été décrites à l'aide des médianes et écarts interquartiles lorsque la distribution normale n'a pas été respectée. Pour toutes les interprétations statistiques, le niveau alpha a été fixé à une norme de 5 %. Les différentes variables et leurs explications sont représentées dans le tableau 20.

Tableau 20. *Variables et explications*

Variables		Modalité de réponse	Explications
Socio-démographiques et expérience	Type d'étude	Formation IPA-formation médicale	Les participants ont été invités à sélectionner le type d'étude qu'ils poursuivaient : formation IPA ou formation médicale.
	Sexe	Homme - Femme	Les participants ont été invités à sélectionner leur sexe : masculin ou féminin.
	Âge	En années	Les participants devaient indiquer leur âge en années.
	Niveau d'étude	Deuxième année de master IPA – Troisième année de master médecine	Ils devaient choisir leur année d'études entre : la deuxième année de master IPA ou la troisième année de master médecine.
	Expérience professionnelle	Oui – non	Les participants devaient indiquer s'ils avaient déjà travaillé comme infirmier ou médecin avant l'étude.
	Temps d'expérience professionnelle	En années	S'ils avaient déjà exercé une activité d'infirmier ou de médecin, il leur a été demandé d'indiquer le nombre d'années d'expérience professionnelle.
	Formation préliminaire pour les plâtres et sutures	Oui – non	Les participants devaient indiquer s'ils avaient reçu une formation (théorique et/ou pratique) sur les sutures et les plâtres avant cette étude.

	Observation antérieure de sutures / plâtres	Oui - non	Les participants devaient indiquer s'ils avaient déjà observé des plâtres ou des sutures au cours de leur formation clinique.
	Sutures réalisées au préalable	Oui – non	Les participants devaient indiquer s'ils avaient déjà eu l'occasion d'effectuer des sutures avant l'étude.
	Plâtres réalisés au préalable	Oui – non	Les participants devaient indiquer s'ils avaient déjà eu l'occasion d'effectuer des plâtres avant l'étude.
Connaissances		0 à 20	Le questionnaire se composait de 20 questions « vrai ou faux » conçues pour évaluer les connaissances théoriques sur la réalisation des sutures et des plâtres. Les réponses correctes ont déterminé un score sur 20 (0 = mauvaise réponse, +1 = réponse correcte).
Sentiment d'auto-efficacité		0 à 20	Le questionnaire visait à évaluer la confiance des étudiants dans l'acquisition des deux compétences techniques (sutures et plâtres). Les participants ont indiqué leur niveau d'accord sur une échelle de 0 (pas du tout d'accord) à 5 (tout à fait d'accord), en autoévaluant leurs connaissances, leur capacité d'intervention et leurs compétences techniques. Un score global sur 20 a été calculé en additionnant les réponses à chaque item.
Satisfaction		0 à 20	L'étude a utilisé les échelles <i>Student Satisfaction with Learning Scale</i> (SSLS) et <i>Self Confidence in Learning Using Simulation Scale</i> (SCLUSS), proposées par Jeffries (189), pour évaluer respectivement la
Confiance en soi		0 à 20	

		<p>satisfaction et la confiance en soi des étudiants vis-à-vis de la simulation. Les réponses étaient notées de 1 (totalement en désaccord) à 5 (tout à fait d'accord), et les scores totaux ont été obtenus en additionnant les notes de chaque item.</p>
Performances	0 à 20	<p>À l'issue de la formation, les étudiants ont été filmés lors de la réalisation de cinq points de suture et de la pose d'un plâtre sous le genou. Les performances ont été évaluées à l'aveugle par quatre experts en médecine aigüe, à l'aide de grilles validées : une pour la suture (190) et une autre pour le plâtre. La grille pour le plâtre a été validée par notre panel d'experts au préalable et celle sur les plâtres est validée dans la littérature. Chaque critère était noté de 0 (très insuffisant) à 4 (très bon), et un score moyen sur 20 a été calculé à partir des évaluations des différents experts.</p>

Pour les données qualitatives, la chercheuse a utilisé un enregistreur vocal sur son ordinateur pour enregistrer les réponses aux entretiens. Elle a ensuite réécouté les enregistrements et les a transcrits manuellement. Une deuxième chercheuse a vérifié la qualité des transcriptions pour éviter les erreurs. Pour chaque entretien, elle a mis en évidence les différents verbatims qui ont émergé dans les réponses à chaque question. Ensuite, elle a regroupé ces verbatims en thèmes pour chaque question. La chercheuse a ensuite noté la fréquence d'apparition des thèmes pour chaque question. Enfin, les thèmes ont été examinés par trois chercheurs afin d'en assurer la cohérence.

2.7. Considérations éthiques

Cette étude a été approuvée par le Comité d'éthique hospitalo-facultaire universitaire de Liège (numéro de référence : 2022/195). Tous les participants ont fourni un consentement éclairé écrit pour entrer dans l'étude.

3. Résultats

3.1. Échantillon de l'étude

Au total, 22 étudiants ont participé à cette étude, dont neuf étudiants IPA et 13 étudiants en médecine. Le tableau 21 résume les caractéristiques sociodémographiques de l'échantillon et leur expérience en matière de sutures et de plâtres.

Tableau 21. Variables sociodémographiques et d'expérience

Variables	Étudiants IPA (n = 9)	Étudiants médecins (n = 13)
Sexe, n (%)		
Homme	1 (11)	7 (54)
Femme	8 (89)	6 (46)
Âge médian (en années), n (%)	29	24
Niveau d'études, n (%)		
Deuxième année de master IPA	9 (100)	NA
Troisième année de master en médecine	NA	13 (100)
Expérience professionnelle, n (%)		
Oui	7 (77)	0 (100)
Non	2 (33)	13 (0)
Nombre d'années d'expérience professionnelle*	4	0
Formation préliminaire pour les plâtres et les sutures, n (%)	2 (22)	3 (23)
Observations antérieures de sutures/plâtres, n (%)	7 (78)	13 (100)
Sutures réalisées au préalable, n (%)	2 (22)	12 (92)
Plâtres réalisés au préalable, n (%)	2 (22)	7 (54)

*Pour les participants qui ont répondu oui à la question à propos de l'expérience professionnelle

NA = sans objet

3.2. Résultats quantitatifs

Les variables étudiées ont été analysées aux différents temps de l'étude pour les étudiants IPA et médecins. L'évolution des variables aux différents temps en fonction de la formation a été analysée pour les sutures et les plâtres (tableau 22).

Tableau 22. *Analyse des variables pour les sutures et les plâtres*

		Formation sutures			Formation plâtres		
Variables	Temps	Étudiants IPA (n = 9) P50 (P25–P75)	Étudiants médecins (n = 13) P50 (P25–P75)	P- valeur	Étudiants IPA (n = 7) P50 (P25–P75)	Étudiants médecins (n = 13) P50 (P25–P75)	P-valeur
Connaissances	T0	13.0 (13.0–14.0)	15.0 (14.0–17.0)	<.001	18.0 (15.0–18.0)	15.0 (14.0–17.0)	0.23
	T1	16.0 (15.0–17.0)	16.0 (15.0–18.0)	0.46	19.0 (15.5–19.0)	18.0 (16.0–19.0)	0.97
	T2	15.0 (15.0–16.0)	17.0 (15.0–17.0)	0.09	18.0 (16.0–18.0)	18.0 (17.0–19.0)	0.28
Sentiment d’auto- efficacité	T0	12.3 (11.3–14.0)	16.0 (15.0–17.3)	<.001	5.3 (3.0–8.0)	12.0 (7.3–14.0)	0.10
	T1	15.3 (13.0–16.3)	17.0 (16.0–17.0)	0.02	12.0 (7.7–13.7)	15.3 (14.0–17.3)	0.02
	T2	17.7 (17.0–18.0)	19.3 (17.7–19.3)	0.40	15.3 (13.0–17.0)	18.6 (17.3–19.3)	0.01
Satisfaction	T1	15.2 (12.8–16.8)	16.0 (14.4–16.8)	0.92	15.2 (12.0–16.0)	16.0 (15.2–16.0)	0.20
	T2	20.0 (20.0–20.0)	20.0 (18.4–20.0)	0.52	20.0 (18.8–20.0)	19.2 (16.8–20.0)	0.33
Confiance en soi	T1	16.5 (14.5–17.0)	15.5 (15.0–16.5)	0.50	15.0 (14.5–16.8)	14.5 (14.0–15.5)	0.40
	T2	16.5 (16.0–18.5)	16.5 (16.0–18.5)	0.16	17.5 (16.3–18.0)	17.0 (16.0–18.5)	0.97
Performances	T3	14.0 (14.0–17.0)	16.5 (15.0–16.5)	0.30	16.0 (15.5–17.0)	17.3 (16.6–17.5)	0.08

Pour les sutures, la différence de connaissances à T0 entre les deux groupes était significative ($p < .001$). En effet, les étudiants en médecine possèdent plus de connaissances que les étudiants IPA. La différence de sentiment d'auto-efficacité entre les deux groupes était aussi significative à T0 ($p < .001$) et à T1 ($p = 0.02$) et non significative à T2 ($p = 0.4$). Les étudiants en médecine avaient un sentiment d'auto-efficacité plus élevé que les IPA à T0 et T1. Les différences dans les variables de satisfaction, de confiance en soi et de performance aux différents temps dans les deux groupes étudiés n'étaient pas statistiquement significatives.

Pour les plâtres, les différences de connaissance, satisfaction et confiance en soi entre les deux groupes aux trois temps n'étaient pas significatives. Seule la différence dans le sentiment d'auto-efficacité entre les deux groupes était significative à T1 ($p = 0.02$) et T2 ($p = 0.01$) et était plus élevée chez les étudiants en médecine que chez les IPA à T1 et T2. La différence de performance entre les deux groupes étudiés n'était pas statistiquement significative.

3.3. Résultats qualitatifs

Sur la base des entretiens individuels, les participants ont reconnu la valeur de l'approche pédagogique pour les sutures, bien que les opinions aient varié pour les plâtres du côté des IPA. Alors que les compétences en suture étaient perçues comme entièrement acquises, la maîtrise des plâtres, en particulier pour les IPA, était considérée comme partielle, ce qui a suscité un désir de pratiquer davantage. Les deux groupes ont exprimé leur satisfaction générale, soulignant l'efficacité d'une simulation procédurale en petit groupe supervisée par un médecin urgentiste. Cette approche offrait un environnement d'apprentissage caractérisé par un stress limité et une sécurité propice aux participants qui apprenaient de leurs erreurs. Les participants ont suggéré des améliorations, notamment un contenu plus théorique dans l'e-learning des plâtres comme une liste précise du matériel et des fiches récapitulatives décrivant les principaux éléments de procédure. Ils ont également souligné le caractère crucial de la formation interdisciplinaire à l'avenir. Ces types de formations permettraient de mieux comprendre et connaître les autres disciplines. Le détail des analyses qualitatives se trouve dans les annexes de ce travail (Annexes 1 & 2).

4. Discussion

4.1. Apprentissage mixte

Nos résultats ont montré que la simulation n'améliorait pas significativement les connaissances (38,191,192). Dans le contexte spécifique de notre travail, la séquence des sessions d'apprentissage en ligne et de simulation pourrait influencer ces résultats. Seul l'apprentissage en ligne pour les sutures a permis d'atténuer efficacement les disparités initiales de connaissances entre les étudiants IPA et médecins. En effet, l'apprentissage en ligne améliore les connaissances, notamment chez les apprenants sans formation préalable (193,194). Cependant, plusieurs études recommandent de l'utiliser en complément des méthodes traditionnelles ou dans un cadre de simulation (195). Aucune différence n'a été constatée concernant les connaissances sur les plâtres, ce qui pourrait s'expliquer par les acquis préexistants liés à des expériences antérieures.

Nos résultats suggèrent que l'apprentissage en ligne basé sur l'expérience antérieure des étudiants pourrait enrichir les connaissances. La simulation, quant à elle, facilite l'application pratique des connaissances dans un contexte expérientiel (196,197). L'apprentissage en ligne et la simulation sont considérés comme des composantes essentielles, indispensables et complémentaires (197), influençant de manière positive le sentiment d'auto-efficacité, la confiance en soi et la satisfaction (198). Pour des nouvelles procédures techniques, il semble pertinent de proposer des séances de simulation plus nombreuses afin de travailler la pratique par la répétition, renforçant ainsi l'auto-efficacité, même chez les novices.

En début de formation aux sutures, une disparité significative du sentiment d'auto-efficacité a été observée entre les deux groupes, disparité que la simulation a contribué à réduire. Comme dans d'autres études (38,199,200), les étudiants IPA ont vu leur sentiment d'auto-efficacité augmenter, bien qu'il soit resté inférieur à celui des étudiants en médecine. Cet écart pourrait être lié à la formation initiale, à des expériences procédurales antérieures ou aux méthodes pédagogiques. À l'inverse, dans la formation aux plâtres, où les niveaux d'expérience étaient similaires au départ, la différence de sentiment d'auto-efficacité s'est inversée au cours de la formation, particulièrement chez les étudiants en médecine. Cette évolution peut être associée à la nature même de la profession, les apprenants ayant une forte confiance en leurs capacités

étant souvent attirés par les carrières médicales (201). Il existe sans doute des différences dans les méthodes d'enseignement entre les filières médicales et infirmières, influencées par les normes culturelles et les traditions pédagogiques. Ces divergences peuvent fortement impacter la manière dont les individus réagissent aux simulations et perçoivent leurs compétences. Par exemple, la formation médicale met l'accent sur le diagnostic et les actes techniques, tandis que les soins infirmiers valorisent la relation soignant-patient et la communication. Cela conduit à des approches différentes de la simulation : les étudiants en médecine privilégient les gestes techniques, tandis que les IPA se concentrent davantage sur les soins au patient. Il est essentiel de comprendre ces différences pour adapter les dispositifs pédagogiques et favoriser la collaboration interprofessionnelle (211, 212).

4.2. Performances

Dans cette étude, aucune différence significative n'a été observée entre les étudiants en médecine et en pratique avancée concernant les performances en suture et en plâtre. Une étude antérieure a également révélé que les IPA et les médecins avaient initialement des performances cliniques similaires dans les simulations de cas de patients en ligne (204). Au fur et à mesure que les simulations progressaient, les deux groupes ont démontré une amélioration de leurs performances, ce qui a conduit à la disparition des différences dans la pratique et a souligné la pertinence de l'apport de la formation par simulation standardisée (204). De même, il a été démontré que les IPA pouvaient réaliser des capsulotomies au laser avec une efficacité comparable à celle d'ophtalmologistes expérimentés, ce qui a été attribué à leur formation avancée et à leur large expérience clinique (205). Cependant, la littérature offre des perspectives plus nuancées sur l'équivalence des performances entre professionnels (206). Dans une étude sur l'interprétation rapide d'un électrocardiogramme pour l'infarctus du myocarde, la précision du diagnostic et la sensibilité de l'interprétation se sont améliorées avec le niveau de formation (206). Les IPA ayant plus de dix ans d'expérience ont démontré une compétence diagnostique équivalente à celle des stagiaires médecins de cinquième année, mais qui est demeurée inférieure à celle des médecins experts (206). Ces données soulignent la prépondérance de la formation et de l'expérience standardisées pour garantir des performances comparables.

La complexité des tâches joue également un rôle dans les résultats de la simulation procédurale (207). Pour les tâches simples, les performances restent relativement stables, indépendamment du niveau de formation. Par exemple, aucun écart n'a été observé dans les taux d'infection entre

médecins stagiaires et expérimentés (208). Cependant, dans des tâches complexes comme la microchirurgie, des différences de performance apparaissent entre les assistants de chirurgie et les chirurgiens (209). Si la simulation permet un enseignement efficace des gestes techniques de base, elle ne peut toutefois se substituer à l'expérience du terrain pour les compétences avancées. Atteindre le niveau d'expertise démontré par des professionnels expérimentés nécessite une pratique répétée et un renforcement régulier des connaissances, ce qui peut s'avérer peu réaliste et coûteux en ressources dans un contexte de simulation. Il serait donc pertinent de s'intéresser de plus près aux gestes simples à enseigner aux IPA, pour lesquels la simulation procédurale serait véritablement efficace, afin d'éviter de mobiliser des ressources humaines et matérielles pour des objectifs difficilement atteignables (210).

4.3. Formation interdisciplinaire

Cette étude a intégré les étudiants médecins et IPA dans une formation commune, sans révéler de différences significatives en matière de satisfaction, de performance ou de sentiment d'auto-efficacité. Ces résultats soulignent le potentiel des formations interdisciplinaires pour favoriser la collaboration et réduire le tribalisme au sein des environnements de soins (211). Les étudiants ont indiqué que la formation partagée avait enrichi leur apprentissage. Ils ont également souligné l'intérêt des interactions interdisciplinaires, tant pour mieux comprendre les autres professions que pour favoriser un travail d'équipe efficace à l'avenir. Plusieurs études confirment que la simulation contribue à atténuer le tribalisme professionnel et à renforcer la collaboration interprofessionnelle (87,212). En créant un environnement clinique simulé commun, elle favorise la communication, la coopération et la reconnaissance des compétences propres à chaque discipline (213). Ces expériences partagées permettent aux étudiants de développer une compréhension approfondie des rôles et des contributions de chacun, levant ainsi les barrières et favorisant la cohésion des équipes de soins (214). Pour relever ces défis, il est nécessaire d'adopter une approche systématique, fondée sur les principes de la science de la mise en œuvre, en s'attachant à comprendre les facteurs qui facilitent ou entravent l'adoption et l'intégration de pratiques fondées sur des données probantes en situation réelle. En mobilisant ces méthodologies, les formateurs et les institutions peuvent mieux cerner les obstacles et les leviers liés à l'implémentation des simulations interdisciplinaires (215).

5. Limites

Cette étude peut présenter un biais de sélection, les participants ayant été inclus sans sélection préalable et ayant des parcours éducatifs variés. La petite taille de l'échantillon limite également la généralisation des résultats. Par ailleurs, l'expérience préalable en suture des étudiants en médecine, absente chez les IPA, pourrait avoir influencé leurs performances techniques. Bien que les formations aient eu lieu à des moments différents, des efforts de standardisation ont été réalisés grâce à l'intervention du même facilitateur formé à la simulation ayant recours à des séances standardisées avec des objectifs clairs, et à la présence constante d'un même membre de l'équipe de recherche.

6. Conclusion

Notre étude met en évidence l'efficacité de la simulation procédurale pour atteindre des niveaux similaires d'acquisition de compétences techniques chez les futurs IPA et médecins. Malgré les origines et les expériences variées de nos participants, les résultats soulignent le potentiel d'une telle méthode de formation pour favoriser des niveaux égaux de satisfaction, de performance et d'auto-efficacité dans l'ensemble du groupe hétérogène. De plus, le rôle de l'apprentissage en ligne dans les parcours d'apprentissage est apparu comme un outil important pour promouvoir l'apprentissage autonome. À l'avenir, nous pensons qu'il est impératif d'explorer comment les normes culturelles de chaque discipline peuvent influencer les processus d'apprentissage et d'élaborer des stratégies pour la mise en œuvre optimale de la formation par simulation interdisciplinaire dans les cursus IPA.

Discussion générale et conclusions

À l'origine de ce travail de thèse se trouvait une interrogation centrale portant sur la place et le rôle de la simulation dans la formation des IPA, dans un contexte caractérisé par l'émergence récente de cette fonction en Belgique et par la nécessité de former des professionnels aptes à assumer des responsabilités cliniques complexes. Ces réflexions avaient comme objectif de tenter de concevoir à terme des recommandations pour implémenter et développer un parcours de simulation adapté au cursus des IPA sur la base d'un état des lieux préalable et d'une évaluation rigoureuse des moyens d'optimiser ces parcours d'un point de vue pédagogique.

La démarche de recherche s'est construite de manière progressive, en s'appuyant sur une série de questions successives qui ont jalonné l'ensemble du parcours doctoral. Elle a d'abord consisté à dresser un état des lieux de l'utilisation de la simulation dans les programmes de formation des IPA en francophonie. Après avoir identifié les freins et leviers à l'implémentation de la simulation, la question de l'apport potentiel des nouvelles technologies est apparue comme une suite logique, notamment pour pallier certaines limites observées. De cette seconde étude comparant la simulation à la télésimulation, des facteurs potentiels d'apprentissage ont émergé, dont le SdP. Des questions supplémentaires sont alors apparues pour mieux comprendre ce lien entre apprentissage et SdP. Celui-ci a été étudié initialement en simulation immersive démontrant le lien complexe entre apprentissage et SdP. Suite à cette relation complexe, des réflexions sur les facteurs qui influençaient le SdP en simulation immersive ont émergé. Différents facteurs ont été identifiés, comme les catégories professionnelles. Puis nous avons poussé la réflexion plus loin en nous interrogeant sur les facteurs qui influençaient le SdP et son évaluation dans d'autres modalités de simulation. De cette étude, l'aspect interdisciplinaire est ressorti fortuitement comme favorisant le sentiment d'auto-efficacité des apprenants. Pour terminer, nous nous sommes intéressés à ces simulations interdisciplinaires dans le cursus des IPA et son lien avec l'apprentissage.

La présente discussion générale vise à intégrer l'ensemble de ces résultats, à en dégager les principaux enseignements et à les mettre en perspective au regard des enjeux actuels de la formation des IPA. Une attention particulière est portée au contexte belge, dans lequel les cursus de formation IPA sont encore en phase de structuration, et pour lequel les résultats de cette thèse peuvent constituer des éléments de réflexion utiles pour le développement de parcours de simulation cohérents, adaptés et ancrés dans les réalités du terrain.

Cette discussion générale se clarifie de la manière suivante :

- **Place et enjeux de la simulation dans la formation des infirmiers de pratique avancée**
- **Dispositifs de simulation innovants : télésimulation et interdisciplinarité dans la formation des IPA**
- **Comprendre l'expérience en simulation : apports du sentiment de présence**
- **Implications des résultats pour la formation des IPA en Belgique**

1. Place et enjeux de la simulation dans la formation des infirmiers de pratique avancée

L'ensemble des travaux présentés dans cette thèse met en évidence que la simulation occupe une place majeure dans la formation des IPA, tant dans les contextes nord-américains (43) que francophones (77). Elle est perçue par les institutions et les enseignants comme un dispositif pédagogique pertinent pour soutenir le développement de compétences cliniques complexes, renforcer le raisonnement clinique et favoriser la posture professionnelle des futurs IPA (77). Cette reconnaissance pédagogique s'inscrit dans un contexte plus large de transformation des systèmes de santé, où les formations doivent préparer de manière active les apprenants à assumer des rôles caractérisés par un haut niveau de responsabilité et de collaboration interprofessionnelle.

Au-delà de ce consensus général sur l'intérêt de la simulation, les résultats soulignent une hétérogénéité dans les objectifs pédagogiques poursuivis, l'évaluation et les volumes horaires consacrés à la simulation au sein des cursus IPA (43,77). Cette hétérogénéité reflète à la fois la diversité des contextes institutionnels, législatifs et culturels dans lesquels les formations se développent, mais aussi l'absence de cadres de référence communs permettant d'orienter de manière structurée l'intégration de la simulation dans les programmes. Ainsi, si la simulation est largement mobilisée, elle demeure peu inscrite dans une logique curriculaire cohérente et progressive. Ces éléments invitent à s'interroger sur les conditions de son intégration pédagogique, ses finalités et sa contribution au développement des compétences attendues des IPA. Ils soulèvent également la question de la standardisation des pratiques afin de garantir une qualité pédagogique et une cohérence des parcours de formation, tout en laissant une marge d'adaptation aux spécificités locales. Les cursus IPA visent à développer des compétences complexes et transversales qui ne peuvent être travaillées de manière isolée ou ponctuelle, mais nécessitent des dispositifs pédagogiques articulés, progressifs et alignés sur le profil de fonction des IPA. L'intégration de la simulation ne peut donc se limiter à une juxtaposition d'activités répondant à des opportunités locales. Elle nécessite une réflexion approfondie sur ses objectifs pédagogiques, sa place dans le parcours de formation et son articulation avec les autres modalités d'enseignement, telles que les stages cliniques, l'e-learning ou les enseignements théoriques. Sans cette cohérence, le potentiel pédagogique de la simulation risque d'être sous-exploité.

Les résultats de cette thèse et de précédents travaux mettent également en évidence des obstacles qui limitent l'intégration optimale de la simulation dans les cursus IPA (35,43,77). Le manque de ressources humaines formées à la simulation, la disponibilité restreinte des infrastructures, la charge de travail des enseignants et les contraintes financières constituent des freins récurrents, quel que soit le contexte national étudié. Ces obstacles peuvent contribuer à expliquer la variabilité observée dans l'usage de la simulation et la difficulté à inscrire durablement ces dispositifs dans une logique curriculaire cohérente. Pour faire face à ces obstacles communs, des stratégies pédagogiques innovantes pourraient être réfléchies comme l'implémentation des simulations numériques ou des simulations partagées entre différentes filières de formation en santé.

Dans le contexte belge, la mise en place récente des formations en pratique infirmière avancée s'est opérée dans un cadre encore en construction, tant sur le plan législatif que pédagogique. Les consortiums chargés de l'organisation MSI ont dû développer leurs programmes dans des délais relativement courts, tout en répondant à des exigences élevées en matière de qualité académique et de pertinence clinique. Cette situation a favorisé l'émergence d'initiatives locales, notamment en matière de simulation, mais elle s'est également accompagnée d'une hétérogénéité marquée dans les choix pédagogiques opérés. L'absence de référentiels nationaux spécifiques encadrant l'usage de la simulation dans la formation des IPA limite la possibilité de comparer les pratiques, d'harmoniser les parcours et de garantir une équité de formation entre les étudiants. Dans un contexte où le rôle d'IPA est appelé à se développer rapidement en Belgique, cette hétérogénéité soulève des enjeux importants en termes de cohérence des compétences acquises et de préparation à l'exercice professionnel.

Pour clôturer cette section, l'optimisation de l'impact de la simulation dans les programmes de formation des IPA ne repose pas uniquement sur une augmentation quantitative de son utilisation, mais sur une intégration pédagogique plus structurée et réfléchie. Cela implique notamment de renforcer la formation des facilitateurs, de mutualiser les ressources disponibles et d'envisager une certaine harmonisation des programmes, non pas dans une logique d'uniformisation, mais afin de garantir une qualité pédagogique et une cohérence des parcours. Ces constats invitent également à développer des stratégies pédagogiques innovantes et à poursuivre l'analyse du rapport coût-efficacité de la simulation, ainsi que de son impact à plus long terme sur la pratique clinique des IPA.

2. Dispositifs de simulation innovants : télésimulation et interdisciplinarité dans la formation des IPA

Les résultats de cette thèse mettent en évidence que, si la simulation est largement reconnue comme un dispositif pédagogique pertinent dans la formation des IPA, son déploiement se heurte à des contraintes structurelles, organisationnelles et pédagogiques. La disponibilité limitée des ressources humaines et matérielles, les coûts associés aux dispositifs de simulation, la charge organisationnelle qu'ils impliquent, ainsi que la diversité des contextes institutionnels dans lesquels les formations IPA se développent, constituent autant de freins à une intégration homogène et durable de la simulation dans les cursus. Dans ce contexte, cette section porte sur la manière dont des dispositifs innovants peuvent être développés afin de répondre aux réalités des formations IPA, sans compromettre la qualité des apprentissages. Il s'agit d'envisager des dispositifs pédagogiques cohérents à la fois avec les contraintes logistiques et organisationnelles des programmes, ainsi que les exigences professionnelles propres au rôle d'IPA, caractérisé par des compétences cliniques avancées et de collaboration interprofessionnelle. C'est dans cette perspective que les résultats issus des chapitres consacrés à la télésimulation et à la simulation interdisciplinaire peuvent être mis en relation. Bien que reposant sur des modalités distinctes, ces dispositifs répondent à une problématique commune : comment concevoir des environnements de simulation capables de soutenir efficacement l'apprentissage des IPA tout en s'inscrivant dans des contextes de formation en constante évolution. L'analyse conjointe de ces travaux permet ainsi de dégager des pistes de réflexion sur l'adaptation des dispositifs de simulation, non comme des solutions de substitution, mais comme des leviers pédagogiques complémentaires au service de parcours de formation plus accessibles, plus collaboratifs et mieux alignés avec les réalités de la pratique infirmière avancée.

Parmi les solutions proposées, la télésimulation apparaît comme une modalité particulièrement pertinente pour répondre à certaines contraintes identifiées dans les programmes de formation des IPA. Les résultats de cette thèse montrent que la télésimulation permet de soutenir des apprentissages comparables à ceux obtenus en simulation présentielle pour des compétences ciblées, notamment celles liées à la consultation. Elle offre ainsi une alternative crédible pour certains autres types de compétences, tout en limitant les contraintes logistiques et organisationnelles inhérentes aux dispositifs de simulation traditionnels. Les résultats mettent en évidence des apports spécifiques de la télésimulation en termes d'expérience

d'apprentissage. Les étudiants la perçoivent positivement, appréciant la réduction du stress qu'elle procure grâce à un environnement moins intimidant, ainsi que sa flexibilité logistique et sa capacité à éviter les déplacements. Cette flexibilité organisationnelle, constitue un levier intéressant dans des formations comme celles des IPA, où les étudiants sont souvent des professionnels en reprise d'études, confrontés à des contraintes de temps, de déplacements et de conciliation avec leur activité clinique. Dans ce sens, la télésimulation peut contribuer à renforcer l'accessibilité et la continuité des parcours de formation, enjeu particulièrement marqué dans le contexte belge. Malgré ces avantages, la télésimulation ne saurait être envisagée comme un substitut universel à la simulation présentielle. Ses limites, notamment en termes de réalisme perçu, d'interactions non verbales et d'apprentissage des gestes techniques, soulignent la nécessité de l'inscrire dans une approche pédagogique complémentaire. L'efficacité de la télésimulation repose moins sur la technologie mobilisée que sur la qualité de la conception pédagogique, la préparation des apprenants, le pré-briefing, et les compétences des facilitateurs. Ces éléments invitent à considérer la télésimulation comme un outil stratégique au sein d'un éventail de modalités pédagogiques, à mobiliser de manière ciblée en fonction des compétences visées dans la formation des IPA.

Dans la continuité de cette réflexion sur les modalités pédagogiques innovantes pour la formation des IPA, la simulation interdisciplinaire constitue un autre levier mis en évidence par les résultats de cette thèse. Cette approche prend tout son sens dans la formation des IPA, où l'interaction avec les autres disciplines est quotidienne et déterminante pour la qualité des prises en charge des patients. Dès lors, intégrer la simulation interdisciplinaire dans le parcours de formation des IPA constitue une opportunité pédagogique pour développer des compétences collaboratives, essentielles à la pratique en équipe pluriprofessionnelle (187). D'ailleurs, lors de notre précédent état des lieux, l'interdisciplinarité est citée par les répondants comme étant la troisième thématique (64 %) la plus travaillée en simulation dans les cursus IPA (77). Le développement de programmes de formation partagés entre les étudiants IPA et médecins apparaît comme une approche pédagogique prometteuse. De tels dispositifs ont le potentiel de renforcer les compétences interdisciplinaires, de favoriser la compréhension mutuelle et de préparer les futurs professionnels à une collaboration efficace (188). Les résultats du chapitre consacré à la simulation interdisciplinaire montrent que notre formation partagée en simulation procédurale entre étudiants en médecine et IPA permet un niveau comparable d'acquisition des compétences techniques, malgré des cursus et des expériences préalables différents.

Au-delà de la performance technique, ces dispositifs semblent jouer un rôle particulièrement important sur le plan du sentiment d'auto-efficacité, en contribuant à réduire les écarts perçus entre professions et à renforcer la confiance des apprenants. Cette dimension apparaît centrale dans la construction de l'identité professionnelle des IPA, appelés à exercer dans des contextes où la légitimité du rôle et la reconnaissance interprofessionnelle constituent encore des enjeux sensibles, notamment dans des systèmes de santé en transition comme celui de la Belgique. Par ailleurs, l'analyse qualitative souligne que la simulation interdisciplinaire favorise une meilleure compréhension des rôles respectifs, des attentes et des contraintes propres à chaque profession. En créant un espace sécurisé de confrontation des pratiques et des représentations, elle permet aux apprenants de s'inscrire dans une dynamique de coopération.

Ces résultats ouvrent plusieurs pistes intéressantes pour le développement futur des formations en simulation dans les cursus IPA. Tout d'abord, ils encouragent la généralisation de la simulation partagée entre étudiants issus de diverses filières de santé afin de favoriser une compréhension mutuelle des rôles et un apprentissage commun. La simulation partagée constitue un outil privilégié pour préparer les futurs IPA à occuper une place active et reconnue au sein des équipes de soins. Comme pour la télésimulation, l'intégration de la simulation interdisciplinaire nécessite une réflexion pédagogique approfondie. Les différences de niveaux d'expérience, de temporalité de formation et d'objectifs curriculaires entre filières imposent une adaptation fine des scénarios, des modalités d'évaluation et des dispositifs. Ces résultats confirment également la pertinence d'une approche pédagogique mixte, combinant e-learning, simulation procédurale et interprofessionnalité, dès les premières étapes de la formation des futurs soignants pour améliorer davantage l'apprentissage. Une perspective future envisagée serait d'explorer l'impact de ces formations partagées sur la qualité de la collaboration interprofessionnelle à long terme, via des études longitudinales ou en contexte clinique réel.

L'ensemble de ces perspectives participe à la réflexion plus globale sur la transformation des modèles de formation en santé, en lien avec les enjeux d'interdisciplinarité, de qualité des soins et de pertinence pédagogique. À ce titre, la télésimulation offre des opportunités intéressantes pour élargir l'accès à la simulation, diversifier les situations d'apprentissage et soutenir le développement de compétences communicationnelles, à condition d'être pensée comme un complément à la simulation présentielle. De son côté, la simulation interdisciplinaire se révèle pertinente pour accompagner la construction de l'identité professionnelle des IPA et renforcer les compétences collaboratives indispensables à leur futur exercice. Ces deux modalités

illustrent la nécessité d'une approche pédagogique flexible, hybride et contextualisée, capable de s'adapter aux réalités institutionnelles et aux profils des apprenants.

3. Comprendre l'expérience en simulation : apports du sentiment de présence

L'exploration du SdP menée dans cette thèse met en évidence la complexité des mécanismes expérientiels à l'œuvre dans les dispositifs de simulation. Les résultats invitent à dépasser une conception simplifiée du lien entre présence et apprentissage pour adopter une approche plus nuancée centrée sur l'expérience vécue par les apprenants. L'absence de relation linéaire entre le SdP et les performances observées dans certaines situations de simulation immersive souligne que l'apprentissage résulte d'un ensemble de mécanismes interconnectés. Les résultats de cette thèse permettent ainsi de repositionner le SdP comme un mécanisme expérientiel, contribuant à créer les conditions favorables à l'engagement des apprenants. Une simulation perçue comme crédible et cohérente sur le plan clinique est susceptible de renforcer l'implication des participants, leur motivation et leur capacité à se projeter dans leur futur rôle professionnel.

L'analyse des déterminants du SdP, qu'ils soient internes ou sociaux ou liés aux modalités de simulation, a ainsi permis d'enrichir la compréhension des mécanismes expérientiels à l'œuvre en simulation. En dépassant le seul cadre de la RV, ces travaux invitent à considérer le SdP comme un concept transversal, mobilisable à travers différentes modalités pédagogiques, et utile pour guider la conception de dispositifs de simulation adaptés aux exigences de la formation des IPA.

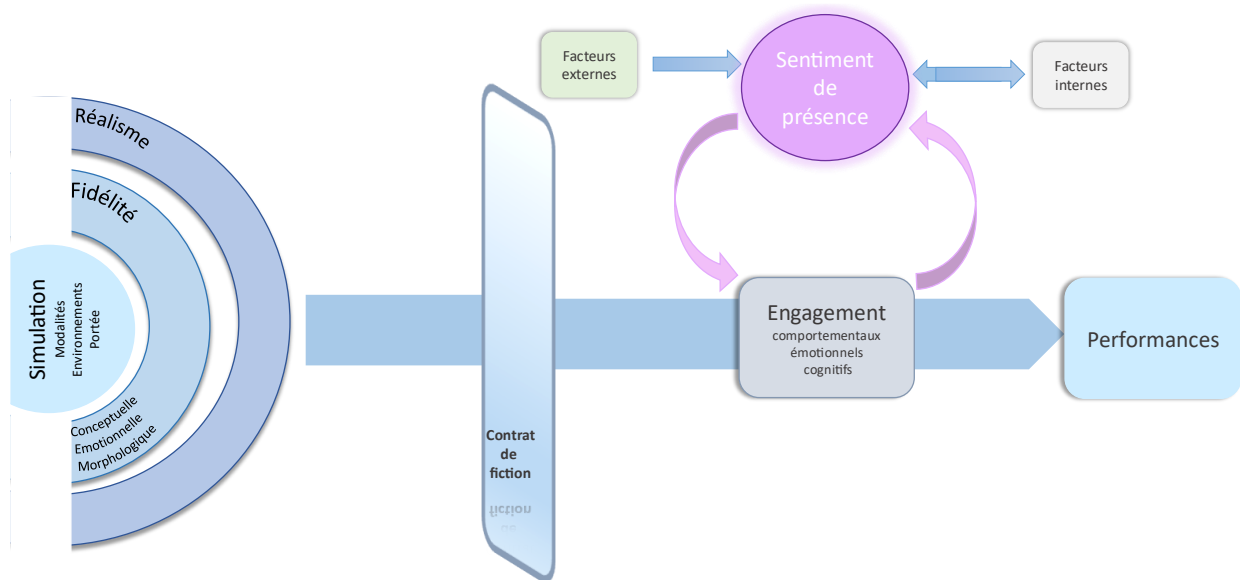
Les résultats apportent aussi un éclairage sur la place du SdP dans l'expérience de simulation. Ils montrent que le SdP ne varie pas de manière significative selon la modalité de simulation utilisée. Cette stabilité du SdP selon les modalités invite à dépasser une approche techno-centrée de la simulation et à considérer que ce sont avant tout la cohérence pédagogique, la pertinence clinique des scénarios et les conditions de mise en œuvre qui soutiennent l'expérience vécue par les apprenants.

Les résultats des chapitres précédents mettent également en évidence le rôle central du réalisme perçu dans l'expérience de simulation. Il devient possible d'explorer plus en profondeur les liens entre le SdP, le réalisme et l'efficacité éducative dans la formation basée sur la simulation. La notion de fidélité est composée de trois dimensions : morphologique, conceptuelle et

émotionnelle. Cette fidélité a comme objectif de produire une perception de réalisme chez l'apprenant qui peut varier d'un individu à l'autre pour une même simulation (44). Le réalisme correspond à la perception subjective qu'a l'apprenant de la situation simulée, tandis que la fidélité désigne l'ensemble des éléments mis en œuvre par les concepteurs et formateurs pour susciter cette perception qu'ils soient matériels, émotionnels ou conceptuels (44). Le réalisme est lui le pont entre la fidélité et l'engagement (216). Ce lien est cohérent avec de précédentes études (44,175). Le contrat de fiction est le miroir permettant de donner sens à la simulation. En acceptant ce contrat, l'apprenant reconnaît que la simulation comporte des limites dans sa représentation de la réalité et doit accepter cela afin de pouvoir s'impliquer pleinement dans la simulation (217). La fidélité, le réalisme et le contrat fictif respecté permettent de potentialiser le SdP. Ce sentiment renforce alors la crédibilité de l'expérience, la motivation et l'engagement des participants dans l'environnement simulé, favorisant l'acquisition de compétences. Le SdP permet de transformer une situation simulée en expérience. Enfin, l'engagement se définit comme l'attitude des apprenants vis-à-vis de leur participation aux activités pédagogiques. Ce concept d'engagement est multidimensionnel et comporte trois aspects : comportementaux, émotionnels et cognitifs (44,216). L'engagement comportemental fait référence à la participation active d'un individu aux activités d'apprentissage (218). L'engagement cognitif fait référence à l'investissement et la volonté d'un participant pour comprendre et retenir les informations (218). Et enfin, l'engagement relationnel fait référence à la réponse émotionnelle et sociale des individus face à l'expérience d'apprentissage (218). L'engagement optimal dans l'apprentissage, en particulier dans le cadre des simulations, repose sur la conception d'expériences immersives alliant fidélité physique, émotionnelle et conceptuelle, soutenues par des récits engageants. Cette approche vise à renforcer l'intérêt, l'attention et l'apprentissage des étudiants, tout en favorisant le développement de leurs compétences (44).

L'ensemble de ces résultats contribue à une conceptualisation intégrée de l'expérience de simulation, synthétisée dans le modèle proposé en Figure 6. Ce modèle met en évidence les relations dynamiques entre fidélité, réalisme, contrat de fiction, SdP, engagement et performance, en soulignant le caractère non linéaire et interactif de ces mécanismes. Il permet de considérer la simulation non comme un simple outil pédagogique, mais comme une expérience complexe, façonnée par les caractéristiques du dispositif, les profils des apprenants et les conditions pédagogiques dans lesquelles elle est mise en œuvre.

Figure 6. *Modèle conceptuel de l'expérience de simulation et de ses mécanismes expérimentiels*



Dans le cadre de la formation des IPA, l'apprentissage de leurs performances repose sur la capacité des apprenants à s'engager pleinement dans des situations cliniques crédibles, à se projeter dans leur futur rôle professionnel et à mobiliser un raisonnement clinique avancé. La compréhension du SdP comme mécanisme expérimentiel permet ainsi d'éclairer les conditions pédagogiques favorables au développement de ces compétences propres aux IPA. Ces résultats suggèrent que la conception des dispositifs de simulation destinés aux futurs IPA devrait accorder une attention particulière à la cohérence clinique des scénarios, à leur ancrage dans des situations professionnelles authentiques et à la qualité des interactions interprofessionnelles, au-delà du choix des modalités technologiques mobilisées.

4. Implications des résultats pour la formation des IPA en Belgique

Les résultats de cette thèse invitent à envisager la simulation comme un pierre angulaire dans les parcours de formation des IPA. Ce travail apporte des éléments concrets pour orienter les choix pédagogiques dans les cursus IPA, en particulier dans des contextes récents et en construction tels que celui de la Belgique.

L'un des apports majeurs de cette thèse réside dans la mise en évidence de la nécessité d'une intégration réfléchie et progressive de la simulation au sein des curricula IPA. Les résultats montrent que la simulation ne peut être envisagée comme un dispositif isolé, mais qu'elle gagne en pertinence lorsqu'elle s'inscrit dans une logique curriculaire cohérente, articulée autour des objectifs de formation, du profil de compétences attendu et aux réalités cliniques de l'exercice de la pratique avancée. Cette perspective plaide en faveur d'une planification longitudinale des activités de simulation, permettant d'accompagner l'évolution des apprenants depuis l'acquisition de compétences de base jusqu'au développement d'un jugement clinique autonome et complexe.

Dans une perspective de santé publique, la qualité de la formation des professionnels de santé, et en particulier des IPA, constitue un déterminant indirect mais central de la qualité, de la sécurité et de l'accessibilité des soins délivrés aux patients. En renforçant les compétences cliniques, décisionnelles et collaboratives des futurs IPA, les dispositifs pédagogiques mobilisés contribuent à la réduction des erreurs, à l'amélioration de la continuité des soins et à une prise en charge plus efficiente des patients, notamment dans des contextes marqués par la chronicité des pathologies et la pénurie médicale.

Dans le contexte belge, où les formations IPA sont récentes et encore hétérogènes dans leurs modalités de mise en œuvre, ces résultats soulignent l'intérêt de réfléchir à une structuration plus explicite des parcours de simulation. Sans viser une uniformisation rigide, l'élaboration de lignes directrices communes pourrait contribuer à garantir une qualité pédagogique minimale. À l'échelle du système de santé, cette structuration apparaît également comme un levier pour assurer une montée en compétences homogène des futurs IPA, condition essentielle à une intégration efficace de ce rôle dans les parcours de soins et à une réponse cohérente aux besoins de santé publique.

Les travaux présentés montrent également l'intérêt d'approches pédagogiques hybrides, combinant simulation présentielle, télésimulation et e-learning. La télésimulation, en particulier, apparaît comme une modalité complémentaire pertinente pour élargir l'accès à la simulation, réduire certaines contraintes logistiques et soutenir l'apprentissage de certains types de compétences.

Par ailleurs, la simulation interprofessionnelle se révèle être un levier particulièrement pertinent pour la formation des IPA, dont l'exercice professionnel repose sur une collaboration étroite avec les médecins et les autres professionnels du système de santé. Les résultats de cette thèse montrent que les dispositifs de simulation partagée favorisent le développement du sentiment d'auto-efficacité, la compréhension des rôles et la préparation à une collaboration interdisciplinaire efficace. Ces compétences collaboratives constituent un enjeu majeur de santé publique, dans la mesure où elles conditionnent la coordination des soins, la fluidité des parcours patients et la qualité des prises en charge dans des systèmes de santé de plus en plus complexes.

Enfin, les résultats invitent à porter une attention particulière à la qualité de l'expérience vécue par les apprenants en simulation. Loin de dépendre exclusivement du recours à des technologies immersives avancées, l'efficacité pédagogique des dispositifs repose sur la cohérence clinique des scénarios, le réalisme perçu, la qualité du pré-briefing et du débriefing, ainsi que sur la prise en compte des facteurs individuels et sociaux des apprenants. Dans cette perspective, le SdP apparaît comme un indicateur pertinent pour éclairer l'engagement des apprenants et optimiser les conditions pédagogiques favorables à l'apprentissage.

Conclusions générales

Notre paysage des soins de santé est en pleine évolution avec notamment l'émergence du rôle des IPA à travers le monde. Leur formation est primordiale afin d'assurer des compétences avancées pour prendre en charge des patients complexes. La simulation y trouve tout son sens, en particulier par sa capacité de recréer des situations réalistes de soins et de favoriser l'apprentissage. Réaliser un état des lieux de la simulation et comprendre sa portée pédagogique dans les nouveaux cursus des IPA ont constitué les motivations premières de notre démarche scientifique. Une meilleure compréhension de ces éléments permet d'ouvrir des réflexions pour inclure et développer la simulation au sein des cursus de formation de pratique avancée. Nos résultats mettent en lumière la richesse pédagogique de la simulation, indépendamment de toute technologie avancée soulignant, entre autres, l'intérêt du réalisme et du SdP. Nos diverses recherches ouvrent des pistes pour repenser la formation des IPA en intégrant des approches hybrides combinant simulation et e-learning, immersives avec de la télésimulation, interdisciplinaires et adaptées aux facteurs internes et sociaux des participants.

Au regard des résultats obtenus, il serait réducteur de considérer la simulation comme l'unique pilier de la formation des IPA. Elle constitue toutefois un levier pédagogique majeur, capable de renforcer la préparation clinique, la réflexion critique et la confiance professionnelle des futurs IPA.

À la suite à ce travail, plusieurs pistes de recherche se dessinent, notamment la standardisation des programmes de simulation entre les différentes régions, l'approfondissement des études sur la place des outils numériques tels que la télésimulation, la validation scientifique d'une échelle fiable de mesure du réalisme, ainsi que l'évaluation à long terme de l'impact des formations par simulation sur la pratique clinique, la collaboration interdisciplinaires et la qualité des soins aux patients.

Bibliographie

1. American Association of Nurse Practitioners. Loretta Ford, Co-Founder of the Nurse Practitioner Role, Opens AANP National Conference with a Heartwarming Welcome. [Internet]. 2024. Available from: <https://www.aanp.org/news-feed/loretta-ford-co-founder-of-the-np-role-opens-aanp-national-conference-with-a-heartwarming-welcome>
2. Peters CJ. Dr. Loretta C. Ford: A pioneer in healthcare. *Public Health Nurs.* 2023 May;40(3):466–7.
3. Cooper MA, McDowell J, Raeside L, the ANP–CNS Group. The similarities and differences between advanced nurse practitioners and clinical nurse specialists. *Br J Nurs.* 2019 Nov 14;28(20):1308–14.
4. Begley C, Elliott N, Lalor J, Coyne I, Higgins A, Comiskey CM. Differences between clinical specialist and advanced practitioner clinical practice, leadership, and research roles, responsibilities, and perceived outcomes (the SCAPE study). *J Adv Nurs.* 2013 June;69(6):1323–37.
5. Hanson CM, Hamric AB. Reflections on the continuing evolution of advanced practice nursing. *Nurs Outlook.* 2003 Sept;51(5):203–11.
6. Barton TD, Thome R, Hoptroff M. The nurse practitioner: redefining occupational boundaries? *Int J Nurs Stud.* 1999 Feb;36(1):57–63.
7. Nadaf C. Perspectives: Reflections on a debate: When does Advanced Clinical Practice stop being nursing? *J Res Nurs.* 2018 Feb;23(1):91–7.
8. International Council of Nurses. Guidelines on advanced practice nursing 2020 [Internet]. 2020. Available from: https://www.icn.ch/system/files/documents/2020-04/ICN_APN%20Report_EN_WEB.pdf.
9. Cooper RA. Health Care Workforce for the Twenty-First Century: The Impact of Nonphysician Clinicians. *Annu Rev Med.* 2001 Feb;52(1):51–61.
10. Sheer B, Wong FKY. The Development of Advanced Nursing Practice Globally. *J Nurs Scholarsh.* 2008 Sept;40(3):204–11.

11. Morin D. La pratique infirmière avancée vers un consensus au sein de la Francophonie [Internet]. Montréal; 2018. 90 p. (Secrétariat international des infirmières et infirmiers de l'espace francophone). Available from: <https://sidiief.org/produit/la-pratique-infirmiere-avancee/>
12. Hamric AB, Spross JA, Hanson CM. Advanced Practice Nursing: An Integrative Approach [Internet]. Saunders/Elsevier; 2009. Available from: <https://books.google.be/books?id=q9GfPwAACAAJ>
13. Baudewyns V, Dancot J, Lecocq D. A master's degree in nursing science in French-speaking Belgium: a further step towards advanced nursing practice. *Rev Med Brux*. 2024;45(1):3–12.
14. Boehning A, Punsalan L. Advanced Practice Registered Nurse Roles Stat Pearls. 2024; Available from: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=medp&NEWS=N&AN=36944002>
15. Htay M, Whitehead D. The effectiveness of the role of advanced nurse practitioners compared to physician-led or usual care: A systematic review. *Int J Nurs Stud Adv*. 2021 Nov;3:100034.
16. Horton M, Dixon J, Turi E, Balusu C, Paikoff R, Maier CB, et al. Advanced Practice Nurses in Primary Care and Their Impact on Health Service Utilisation, Costs and Access Globally: A Scoping Review. *J Clin Nurs*. 2024 Dec 9;jocn.17614.
17. Schober M. An International Perspective of Advanced Nursing Practice. In: McGee P, Inman C, editors. *Advanced Practice in Healthcare* [Internet]. 1st ed. Wiley; 2019 [cited 2025 Mar 4]. p. 19–38. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119439165.ch2>
18. De Raeve P, Davidson PM, Bergs J, Patch M, Jack SM, Castro-Ayala A, et al. Advanced practice nursing in Europe—Results from a pan-European survey of 35 countries. *J Adv Nurs*. 2024 Jan;80(1):377–86.
19. Delamaire M, Lafortune G. Nurses in Advanced Roles: A Description and Evaluation of Experiences in 12 Developed Countries [Internet]. 2010 July [cited 2025 Feb 23]. (OECD

- Health Working Papers; vol. 54). Report No.: 54. Available from: https://www.oecd.org/en/publications/nurses-in-advanced-roles_5kmbrcfms5g7-en.html
20. Moniteur Belge. Loi portant modification de la loi coordonnée du 10 mai 2015 relative à l'exercice de profession de santé. [Internet]. 2019. Available from: <http://www.ejustice.just.fgov.be/eli/loi/2015/05/10/2015A24141/justel>
 21. Moniteur Belge. Arrêté royal fixant les activités cliniques et les actes médicaux que l'infirmier de pratique avancée peut exercer et les conditions selon lesquelles l'infirmier de pratique avancée peut les exercer [Internet]. Apr 26, 2024. Available from: https://etaamb.openjustice.be/fr/arrete-royal-du-14-avril-2024_n2024003886.html
 22. De Rosis C, Duconget L, Jovic L, Bourmaud A, Dumas A. The deployment of advanced practice nurses in the French health system: From clinics to professional networks. *Int Nurs Rev.* 2024 June;71(2):362–74.
 23. Van Hecke A, Casey M, Decoene E, Goossens GA, Jokiniemi K, Von Der Lühe V, et al. Exploring Factors Influencing Advanced Practice Nurse Implementation: A Comparative Cross-Sectional Study in Seven European Countries. *J Adv Nurs.* 2025 July 6;jan.70048.
 24. Toniolo J, Berger V, Deplanque A, Langlois M, Pelletier I, Ngoungou EB, et al. Advanced practice nursing implementation in France: A mixed-method study. *J Adv Nurs.* 2024 Dec;80(12):5076–89.
 25. Peterson ME. Barriers to Practice and the Impact on Health Care: A Nurse Practitioner Focus. *J Adv Pract Oncol.* 2017;8(1):74–81.
 26. Torrens C, Campbell P, Hoskins G, Strachan H, Wells M, Cunningham M, et al. Barriers and facilitators to the implementation of the advanced nurse practitioner role in primary care settings: A scoping review. *Int J Nurs Stud.* 2020 Apr;104:103443.
 27. Bryant-Lukosius D, Dicenso A, Browne G, Pinelli J. Advanced practice nursing roles: development, implementation and evaluation. *J Adv Nurs.* 2004 Dec;48(5):519–29.
 28. Bryant-Lukosius D, DiCenso A. A framework for the introduction and evaluation of advanced practice nursing roles. *J Adv Nurs.* 2004 Dec;48(5):530–40.

29. CFAI. Profil de fonction et de compétences de l'infirmier de pratique avancée [Internet]. 2018. Available from: <https://organesdeconcertation.sante.belgique.be/fr/documents/profil-de-fonction-et-de-competences-de-linfirmier-de-pratique-avancee>
30. Frank Jason, Snell Linda, Sherbino Jonathan. Référentiel de compétences CanMEDS 2015 [Internet]. 2015. Available from: <https://www.royalcollege.ca/fr/standards-and-accreditation/canmeds.html>
31. Kim J, Park JH, Shin S. Effectiveness of simulation-based nursing education depending on fidelity: a meta-analysis. *BMC Med Educ*. 2016 Dec;16(1):152.
32. Tamilselvan C, Chua SM, Chew HSJ, Devi MK. Experiences of simulation-based learning among undergraduate nursing students: A systematic review and meta-synthesis. *Nurse Educ Today*. 2023 Feb;121:105711.
33. Mulyadi M, Tonapa SI, Rompas SSJ, Wang RH, Lee BO. Effects of simulation technology-based learning on nursing students' learning outcomes: A systematic review and meta-analysis of experimental studies. *Nurse Educ Today*. 2021 Dec;107:105127.
34. Chernikova O, Heitzmann N, Stadler M, Holzberger D, Seidel T, Fischer F. Simulation-Based Learning in Higher Education: A Meta-Analysis. *Rev Educ Res*. 2020 Aug;90(4):499–541.
35. Campbell SH, Nye C, Hébert SH, Short C, Thomas MH. Simulation as a Disruptive Innovation in Advanced Practice Nursing Programs: A Report from a Qualitative Examination. *Clin Simul Nurs*. 2021 Dec;61:79–85.
36. Nye C. State of Simulation Research in Advanced Practice Nursing Education. *Annu Rev Nurs Res*. 2020 Dec 1;39(1):33–51.
37. Rutherford-Hemming T, Nye C, Coram C. Using Simulation for Clinical Practice Hours in Nurse Practitioner Education in The United States: A Systematic Review. *Nurse Educ Today*. 2016 Feb;37:128–35.

38. Warren JN, Luctkar-Flude M, Godfrey C, Lukewich J. A systematic review of the effectiveness of simulation-based education on satisfaction and learning outcomes in nurse practitioner programs. *Nurse Educ Today*. 2016 Nov;46:99–108.
39. Bays AM, Engelberg RA, Back AL, Ford DW, Downey L, Shannon SE, et al. Interprofessional Communication Skills Training for Serious Illness: Evaluation of a Small-Group, Simulated Patient Intervention. *J Palliat Med*. 2014 Feb;17(2):159–66.
40. Chevalier S, Paquay M, Krutzen S, Ghuysen A, Stipulante S. Learning technical skills in simulation: Shared training for medical students and advanced practice nurses. *Clin Simul Nurs*. 2025 Jan;98:101663.
41. Curtis JR, Back AL, Ford DW, Downey L, Shannon SE, Doorenbos AZ, et al. Effect of communication skills training for residents and nurse practitioners on quality of communication with patients with serious illness: a randomized trial. *JAMA*. 2013 Dec 4;310(21):2271–81.
42. El Hussein MT, Favell D. Simulation-Based Learning in Nurse Practitioner Programs: A Scoping Review. *J Nurse Pract*. 2022 Sept;18(8):876–85.
43. Nye C, Campbell SH, Hebert SH, Short C, Thomas M. Simulation in Advanced Practice Nursing Programs: A North-American Survey. *Clin Simul Nurs*. 2019 Jan;26:3–10.
44. Choi W, Dyens O, Chan T, Schijven M, Lajoie S, Mancini ME, et al. Engagement and learning in simulation: recommendations of the Simnovate Engaged Learning Domain Group. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn*. 2017 Mar;3(Suppl 1):S23–32.
45. Makransky G, Petersen GB. The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): a Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. *Educ Psychol Rev*. 2021 Sept;33(3):937–58.
46. Servotte JC, Goosse M, Campbell SH, Dardenne N, Pilote B, Simoneau IL, et al. Virtual Reality Experience: Immersion, Sense of Presence, and Cybersickness. *Clin Simul Nurs*. 2020 Jan;38:35–43.
47. Sanchez-Vives MV, Slater M. From presence to consciousness through virtual reality. *Nat Rev Neurosci*. 2005 Apr;6(4):332–9.

48. Witmer BG, Singer MJ. Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence Teleoperators Virtual Environ.* 1998 June;7(3):225–40.
49. Brackney DE, Priode K. Back to Reality: The Use of the Presence Questionnaire for Measurement of Fidelity in Simulation. *J Nurs Meas.* 2017 Aug 1;25(2):66–73.
50. Colson S, Schwingrouber J, Evans C, Roman C, Bourriquen M, Lucas G, et al. The creation and implementation of advanced practice nursing in France: Experiences from the field. *Int Nurs Rev.* 2021 Sept;68(3):412–9.
51. Blicek Y, Ooghe I, Zhu C, Depryck K, Struyven K, Pynoo B, et al. Consensus among stakeholders about success factors and indicators for quality of online and blended learning in adult education: a Delphi study. *Stud Contin Educ.* 2019 Jan 2;41(1):36–60.
52. Dugan MA, Altmiller G. AACN Essentials and nurse practitioner education: Competency-based case studies grounded in authentic practice. *J Prof Nurs.* 2023 May;46:59–64.
53. Sittner BJ, Aebersold ML, Paige JB, Graham LLM, Schram AP, Decker SI, et al. INACSL Standards of Best Practice for Simulation: Past, Present, and Future: *Nurs Educ Perspect.* 2015;36(5):294–8.
54. National League for Nursing, editor. National League for Nursing [Internet]. 2021. Available from: <https://www.nln.org/For-Sorting/Content-Since-2021-10-27-Ran-On-2021-10-27/list-items/how-many-students-are-recommended-for-each-simulation-experience-6a4ec55c-6a4ec55c-7836-6c70-9642-ff00005f0421>
55. O'Regan S, Molloy E, Watterson L, Nestel D. Observer roles that optimise learning in healthcare simulation education: a systematic review. *Adv Simul.* 2016 Jan;1(1):4.
56. Massoth C, Röder H, Ohlenburg H, Hessler M, Zarbock A, Pöpping DM, et al. High-fidelity is not superior to low-fidelity simulation but leads to overconfidence in medical students. *BMC Med Educ.* 2019 Dec;19(1):29.
57. Elendu C, Amaechi DC, Okatta AU, Amaechi EC, Elendu TC, Ezech CP, et al. The impact of simulation-based training in medical education: A review. *Medicine (Baltimore).* 2024 July 5;103(27):e38813.

58. Hosny SG, Johnston MJ, Pucher PH, Erridge S, Darzi A. Barriers to the implementation and uptake of simulation-based training programs in general surgery: a multinational qualitative study. *J Surg Res.* 2017 Dec;220:419-426.e2.
59. McCoy CE, Sayegh J, Alrabah R, Yarris LM. Telesimulation: An Innovative Tool for Health Professions Education. *AEM Educ Train.* 2017 Apr;1(2):132–6.
60. Diaz-Navarro C, Leon-Castelao E, Hadfield A, Pierce S, Szyld D. Clinical debriefing: TALK© to learn and improve together in healthcare environments. *Trends Anaesth Crit Care.* 2021 Oct;40:4–8.
61. Garrison CM, Hockenberry K, Lacue S. Adapting Simulation Education During a Pandemic. *Nurs Clin North Am.* 2023 Mar;58(1):1–10.
62. Freeman J, Andrighetti T, Vanderzwan KJ. Inclusion of Advanced Practice Providers in Simulation-Enhanced Interprofessional Education. *Clin Simul Nurs.* 2024 Sept;94:101578.
63. Saragih ID, Suarilah I, Hsiao CT, Fann WC, Lee BO. Interdisciplinary simulation-based teaching and learning for healthcare professionals: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nurse Educ Pract.* 2024 Mar;76:103920.
64. Baayd J, Heins Z, Walker D, Afulani P, Sterling M, Sanders JN, et al. Context Matters: Factors Affecting Implementation of Simulation Training in Nursing and Midwifery Schools in North America, Africa and Asia. *Clin Simul Nurs.* 2023 Feb;75:1–10.
65. Lioce L, Conelius J, Brown K, Schneidereith T, Nye C, Weston C, et al. Simulation Guidelines and Best Practices for Nurse Practitioner Programs. National Organization of Nurse Practitioner Faculties. 2020.
66. Hallmark B, Brown M, Peterson DT, Fey M, Decker S, Wells-Beede E, et al. Healthcare Simulation Standards of Best Practice™ Professional Development. *Clin Simul Nurs.* 2021 Sept;58:5–8.
67. Mileder LP, Bereiter M, Wegscheider T. Telesimulation as a modality for neonatal resuscitation training. *Med Educ Online.* 2021 Jan 1;26(1):1892017.

68. Shao M, Kashyap R, Niven A, Barwise A, Garcia-Arguello L, Suzuki R, et al. Feasibility of an International Remote Simulation Training Program in Critical Care Delivery: A Pilot Study. *Mayo Clin Proc Innov Qual Outcomes*. 2018 Sept;2(3):229–33.
69. Diaz MCG, Walsh BM. Telesimulation-based education during COVID-19. *Clin Teach*. 2021 Apr;18(2):121–5.
70. Robinson-Reilly M, Irwin P, Coutts R, Slattery N. Adding telehealth simulation into NP programs. *Nurse Pract*. 2020 Mar;45(3):44–9.
71. Ghoman S, Cutumisu M, Schmölzer GM. Using technology to bridge the gap for remote healthcare education during COVID-19. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn*. 2021;7(4):272–3.
72. Musa D, Gonzalez L, Penney H, Daher S. Technology Acceptance and Authenticity in Interactive Simulation: Experimental Study. *JMIR Med Educ*. 2023 Feb 15;9:e40040.
73. De Ponti R, Marazzato J, Maresca AM, Rovera F, Carcano G, Ferrario MM. Pre-graduation medical training including virtual reality during COVID-19 pandemic: a report on students' perception. *BMC Med Educ*. 2020 Dec;20(1):332.
74. Yasser NBM, Tan AJQ, Harder N, Ashokka B, Chua WL, Liaw SY. Telesimulation in healthcare education: A scoping review. *Nurse Educ Today*. 2023 July;126:105805.
75. Woolliscroft JO. Innovation in Response to the COVID-19 Pandemic Crisis. *Acad Med*. 2020 Aug;95(8):1140–2.
76. Ahmed RA, Atkinson SS, Gable B, Yee J, Gardner AK. Coaching From the Sidelines: Examining the Impact of Telebriefing in Simulation-Based Training. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2016 Oct;11(5):334–9.
77. Chevalier S, Paquay M, Ghuysen A, Stipulante S. Current state of simulation in advanced practice nursing programs: A survey in French-speaking countries. *Clin Simul Nurs*. 2025 May;102:101723.
78. Roy O, Champagne J, Michaud C. [Competence of consultation]. *Infirm Quebec Rev Off Ordre Infirm Infirm Quebec*. 2003;10(6):39–44.

79. Kilpatrick K, Savard I, Audet LA, Costanzo G, Khan M, Atallah R, et al. A global perspective of advanced practice nursing research: A review of systematic reviews. Canzan F, editor. PLOS ONE. 2024 July 2;19(7):e0305008.
80. Horrocks S. Systematic review of whether nurse practitioners working in primary care can provide equivalent care to doctors. BMJ. 2002 Apr 6;324(7341):819–23.
81. Seale C, Anderson E, Kinnersley P. Comparison of GP and nurse practitioner consultations: an observational study. Br J Gen Pract J R Coll Gen Pract. 2005 Dec;55(521):938–43.
82. Diamond-Fox S. Undertaking consultations and clinical assessments at advanced level. Br J Nurs. 2021 Feb 25;30(4):238–43.
83. Baniaghil AS, Ghasemi S, Rezaei-Aval M, Behnampour N. Effect of Communication Skills Training Using the Calgary-Cambridge Model on Interviewing Skills among Midwifery Students: A Randomized Controlled Trial. Iran J Nurs Midwifery Res. 2022 Jan;27(1):24–9.
84. Barton GH. *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3rd Edition; International Student Edition) by John W. Creswell & Vicki L. Plano Clark. Cogn Psychol Bull. 2020;1(5):88–9.
85. Watts PI, Rossler K, Bowler F, Miller C, Charnetski M, Decker S, et al. Onward and Upward: Introducing the Healthcare Simulation Standards of Best Practice™. Clin Simul Nurs. 2021 Sept;58:1–4.
86. Thomas A, Burns R, Sanseau E, Auerbach M. Tips for Conducting Telesimulation-Based Medical Education. Cureus. 2021 Jan 4;13(1):e12479.
87. Eppich W, Cheng A. Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation (PEARLS): Development and Rationale for a Blended Approach to Health Care Simulation Debriefing. Simul Healthc J Soc Simul Healthc. 2015 Apr;10(2):106–15.
88. Johnston S, Coyer FM, Nash R. Kirkpatrick’s Evaluation of Simulation and Debriefing in Health Care Education: A Systematic Review. J Nurs Educ. 2018 July;57(7):393–8.

89. Jeffries P, Rizzolo M. Student Satisfaction and Self-confidence in Learning [Internet]. National League for Nursing; 2005. Available from: <https://www.nln.org/education/teaching-resources/tools-and-instruments>
90. Jeffries P, Rizzolo M. Simulation Design Scale. National League for Nursing; 2005.
91. Burt J, Abel G, Elmore N, Campbell J, Roland M, Benson J, et al. Assessing communication quality of consultations in primary care: initial reliability of the Global Consultation Rating Scale, based on the Calgary-Cambridge Guide to the Medical Interview. *BMJ Open*. 2014 Mar;4(3):e004339.
92. Pagano MP, O'Shea ER, Campbell SH, Currie LM, Chamberlin E, Pates CA. Validating the Health Communication Assessment Tool© (HCAT). *Clin Simul Nurs*. 2015 Sept;11(9):402–10.
93. Braun V, Clarke V. Using thematic analysis in psychology. *Qual Res Psychol*. 2006 Jan;3(2):77–101.
94. Nagdee N, Sebothoma B, Madahana M, Khoza-Shangase K, Moroe N. Simulations as a mode of clinical training in healthcare professions: A scoping review to guide planning in speech-language pathology and audiology during the COVID-19 pandemic and beyond. *South Afr J Commun Disord Suid-Afr Tydskr Vir Kommun*. 2022 Aug 2;69(2):e1–13.
95. Heffernan R, Brumpton K, Randles D, Pinidiyapathirage J. Acceptability, technological feasibility and educational value of remotely facilitated simulation based training: A scoping review. *Med Educ Online*. 2021 Dec;26(1):1972506.
96. Park S, Hur HK, Chung C. Learning effects of virtual versus high-fidelity simulations in nursing students: a crossover comparison. *BMC Nurs*. 2022 Dec;21(1):100.
97. Scott C, Rees N, Mitra S. Comparing telesimulation-based learning and e-learning as remote education delivery methods in pre-hospital practice. *Br Paramed J*. 2024 Dec 1;9(3):53–62.
98. McCoy CE, Sayegh J, Rahman A, Landgorf M, Anderson C, Lotfipour S. Prospective Randomized Crossover Study of Telesimulation Versus Standard Simulation for Teaching

- Medical Students the Management of Critically Ill Patients. Wagner J, editor. AEM Educ Train. 2017 Oct;1(4):287–92.
99. Reece S, Grant V, Simard K, Johnson M, Robinson S, Mundell AD, et al. Psychological safety of remotely facilitated simulation compared with in-person-facilitated simulation: an *in situ* experimental controlled trial. Int J Healthc Simul. 2022 Aug 3;ijaa031.
 100. Cruz-Panesso I, Perron R, Chabot V, Gauthier F, Demers MM, Trottier R, et al. A practical guide for translating in-person simulation curriculum to telesimulation. Adv Simul. 2022 Dec;7(1):14.
 101. Verkuyl M, Violato E, Southam T, Lavoie-Tremblay M, Goldsworthy S, MacEachern D, et al. Facilitators' experiences with virtual simulation and their impact on learning. Adv Simul. 2024 Dec 31;9(1):54.
 102. Marshall J, Raatz M, Ward EC, Penman A, Beak K, Moore M, et al. Development and Pilot Testing of Telesimulation for Pediatric Feeding: A Feasibility Study. Dysphagia. 2023 Oct;38(5):1308–22.
 103. Ray JM, Wong AH, Yang TJ, Buck S, Joseph M, Bonz JW, et al. Virtual Telesimulation for Medical Students During the COVID-19 Pandemic. Acad Med. 2021 Oct;96(10):1431–5.
 104. Paquay M, Goffoy J, Chevalier S, Servotte JC, Ghuysen A. Relationships Between Internal Factors, Social Factors and the Sense of Presence in Virtual Reality-Based Simulations. Clin Simul Nurs. 2022 Jan;62:1–11.
 105. Chevalier S, Paquay M, Goffoy J, Servotte JC, Stipulante S, Ghuysen A. Impact of virtual reality on performance among undergraduate healthcare professionals: A cross-sectional study. Int J Healthc Manag. 2023 Nov 10;1–10.
 106. Lønne TF, Karlsen HR, Langvik E, Saksvik-Lehouillier I. The effect of immersion on sense of presence and affect when experiencing an educational scenario in virtual reality: A randomized controlled study. Heliyon. 2023 June;9(6):e17196.
 107. Slater M. Immersion and the illusion of presence in virtual reality. Br J Psychol. 2018 Aug;109(3):431–3.

108. Conrad M, Kablitz D, Schumann S. Learning effectiveness of immersive virtual reality in education and training: A systematic review of findings. *Comput Educ X Real*. 2024;4:100053.
109. Decker SI, Anderson M, Boese T, Epps C, McCarthy J, Motola I, et al. Standards of Best Practice: Simulation Standard VIII: Simulation-Enhanced Interprofessional Education (Sim-IPE). *Clin Simul Nurs*. 2015 June;11(6):293–7.
110. Liaw SY, Sutini, Chua WL, Tan JZ, Levett-Jones T, Ashokka B, et al. Desktop Virtual Reality Versus Face-to-Face Simulation for Team-Training on Stress Levels and Performance in Clinical Deterioration: a Randomised Controlled Trial. *J Gen Intern Med*. 2023 Jan;38(1):67–73.
111. Krokos E, Plaisant C, Varshney A. Virtual memory palaces: immersion aids recall. *Virtual Real*. 2019 Mar 5;23(1):1–15.
112. Radianti J, Majchrzak TA, Fromm J, Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Comput Educ*. 2020 Apr;147:103778.
113. Makransky G, Lilleholt L. A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educ Technol Res Dev*. 2018 Oct;66(5):1141–64.
114. Chen FQ, Leng YF, Ge JF, Wang DW, Li C, Chen B, et al. Effectiveness of Virtual Reality in Nursing Education: Meta-Analysis. *J Med Internet Res*. 2020 Sept 15;22(9):e18290.
115. Grassini S, Laumann K, Rasmussen Skogstad M. The Use of Virtual Reality Alone Does Not Promote Training Performance (but Sense of Presence Does). *Front Psychol*. 2020 July 17;11:1743.
116. Makransky G, Terkildsen TS, Mayer RE. Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learn Instr*. 2019 Apr;60:225–36.
117. Krane V. The Mental Readiness Form as a Measure of Competitive State Anxiety. *Sport Psychol*. 1994 June;8(2):189–202.

118. Lazarus RS, Cohen JB. Environmental Stress. In: Human Behavior and Environment. Boston, MA: Springer US; 1977. p. 89–127.
119. Bruchon-Schweitzer M, Cousson F, Quintard B, Nuissier J, Rascle N. French Adaptation of the Ways of Coping Checklist. *Percept Mot Skills*. 1996 Aug;83(1):104–6.
120. de Stadelhofen FM, Rossie J, Rigozzi C. Validation of a french version of the rational-experiential-inventory and its application to the study of tobacco smoking. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*. 2004;17:77–102.
121. Pacini R, Epstein S. The relation of rational and experiential information processing styles to personality, basic beliefs, and the ratio-bias phenomenon. *J Pers Soc Psychol*. 1999;76(6):972–87.
122. Bouchard S, St-Jacques J, Robillard G, Renaud P. Anxiety Increases the Feeling of Presence in Virtual Reality. *Presence Teleoperators Virtual Environ*. 2008 Aug 1;17(4):376–91.
123. Gonçalves G, Coelho H, Monteiro P, Melo M, Bessa M. Systematic Review of Comparative Studies of the Impact of Realism in Immersive Virtual Experiences. *ACM Comput Surv*. 2023 July 31;55(6):1–36.
124. Allcoat D, von Mühlenen A. Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Res Learn Technol [Internet]*. 2018 Nov 27 [cited 2023 Jan 26];26(0). Available from: <https://journal.alt.ac.uk/index.php/rlt/article/view/2140>
125. Li L, Gow ADI, Zhou J. The Role of Positive Emotions in Education: A Neuroscience Perspective. *Mind Brain Educ*. 2020 Aug;14(3):220–34.
126. Pottle J. Virtual reality and the transformation of medical education. *Future Healthc J*. 2019 Oct;6(3):181–5.
127. Krassmann AL, Melo M, Pinto D, Peixoto B, Bessa M, Bercht M. What Is the Relationship between the Sense of Presence and Learning in Virtual Reality? A 24-Year Systematic Literature Review. *PRESENCE Virtual Augment Real*. 2022 May 13;28:247–65.

128. Jensen L, Konradsen F. A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Educ Inf Technol*. 2018 July;23(4):1515–29.
129. Meese MM, O'Hagan EC, Chang TP. Healthcare Provider Stress and Virtual Reality Simulation: A Scoping Review. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2021 Aug;16(4):268–74.
130. Ruberto AJ, Rodenburg D, Ross K, Sarkar P, Hungler PC, Etemad A, et al. The future of simulation-based medical education: Adaptive simulation utilizing a deep multitask neural network. *AEM Educ Train*. 2021 July;5(3):e10605.
131. Park JE, Kim JH. Nursing students' experiences of psychological safety in simulation education: A qualitative study. *Nurse Educ Pract*. 2021 Aug;55:103163.
132. Turner S, Harder N. Psychological Safe Environment: A Concept Analysis. *Clin Simul Nurs*. 2018 May;18:47–55.
133. Dale-Tam J, Thompson K, Dale L. Creating Psychological Safety During a Virtual Simulation Session. *Clin Simul Nurs*. 2021 Aug;57:14–7.
134. Badowski D, Wells-Beede E. State of Prebriefing and Debriefing in Virtual Simulation. *Clin Simul Nurs*. 2022 Jan;62:42–51.
135. Sigwalt F, Petit G, Evain JN, Claverie D, Bui M, Guinet-Lebreton A, et al. Stress Management Training Improves Overall Performance during Critical Simulated Situations. *Anesthesiology*. 2020 July 1;133(1):198–211.
136. Tyerman J, Luctkar-Flude M, Graham L, Coffey S, Olsen-Lynch E. A Systematic Review of Health Care Presimulation Preparation and Briefing Effectiveness. *Clin Simul Nurs*. 2019 Feb;27:12–25.
137. Hamilton D, McKechnie J, Edgerton E, Wilson C. Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *J Comput Educ*. 2021 Mar;8(1):1–32.
138. Leigh G, Steuben F. Setting Learners up for Success: Presimulation and Prebriefing Strategies. *Teach Learn Nurs*. 2018 July;13(3):185–9.

139. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods*. 2007 May;39(2):175–91.
140. Ehrsson HH. The Experimental Induction of Out-of-Body Experiences. *Science*. 2007 Aug 24;317(5841):1048–1048.
141. Slater M, Linakis V, Usoh M, Kooper R. Immersion, presence and performance in virtual environments. In Association for Computing Machinery (ACM); 1996. p. 163–72.
142. Slater M, Sanchez-Vives M V. Enhancing our lives with immersive virtual reality. Vol. 3, *Frontiers Robotics AI*. Frontiers Media S.A.; 2016. p. 74.
143. Persky S, Kaphingst KA, McCall C, Lachance C, Beall AC, Blascovich J. Presence relates to distinct outcomes in two virtual environments employing different learning modalities. *Cyberpsychology Behav Impact Internet Multimed Virtual Real Behav Soc*. 2009;12(3):263–8.
144. Diemer J, Alpers GW, Peperkorn HM, Shibani Y, Mühlberger A. The impact of perception and presence on emotional reactions: A review of research in virtual reality. *Front Psychol*. 2015;6:1–9.
145. Huber T, Wunderling T, Paschold M, Lang H, Kneist W, Hansen C. Highly immersive virtual reality laparoscopy simulation: development and future aspects. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2018 Feb 18;13(2):281–90.
146. Wallach HS, Safir MP, Samana R. Personality variables and presence. *Virtual Real*. 2010 Mar;14(1):3–13.
147. Simón-Vicente L, Rodríguez-Cano S, Delgado-Benito V, Ausín-Villaverde V, Cubo Delgado E. Cybersickness. A systematic literature review of adverse effects related to virtual reality. *Neurología*. 2024 Oct;39(8):701–9.
148. Stanney K. Realizing the full potential of virtual reality: human factors issues that could stand in the way. In: *Proceedings Virtual Reality Annual International Symposium '95* [Internet]. Research Triangle Park, NC, USA: IEEE Comput. Soc. Press; 1995 [cited 2025 Oct 6]. p. 28–34. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/document/512476/>

149. Ling Y, Nefs HT, Brinkman WP, Qu C, Heynderickx I. The relationship between individual characteristics and experienced presence. *Comput Hum Behav.* 2013;29:1519–30.
150. Alsina-Jurnet I, Gutiérrez-Maldonado J. Influence of personality and individual abilities on the sense of presence experienced in anxiety triggering virtual environments. *Int J Hum Comput Stud.* 2010 Oct;68(10):788–801.
151. Koziel JR, Meckler G, Brown L, Acker D, Torino M, Walsh B, et al. Barriers to pediatric disaster triage: A qualitative investigation. *Prehosp Emerg Care.* 2015 Apr 3;19(2):279–86.
152. Lioce L, Meakim CH, Fey MK, Chmil JV, Mariani B, Alinier G. Standards of Best Practice: Simulation Standard IX: Simulation Design. *Clin Simul Nurs.* 2015 June 1;11(6):309–15.
153. Robillard G, Bouchard S, Renaud P, Cournoyer L. Validation canadienne-française de deux mesures importantes en réalité virtuelle : l’Immersive Tendencies Questionnaire et le Presence Questionnaire. 2002.
154. Kennedy RS, Lane NE, Berbaum KS, Lilienthal MG. Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. *Int J Aviat Psychol.* 1993;3(3):203–20.
155. Gorini A, Capideville CS, De Leo G, Mantovani F, Riva G. The role of immersion and narrative in mediated presence: the virtual hospital experience. *Cyberpsychology Behav Soc Netw.* 2011 Mar;14(3):99–105.
156. Schuemie MJ, Van der Straaten P, Krijn M, Van der Mast CAPG. Research on presence in virtual reality: A survey. Vol. 4, *Cyberpsychology and Behavior.* *Cyberpsychol Behav;* 2001. p. 183–201.
157. Heeter C. Reflections on Real Presence by a Virtual Person. In: *Presence: Teleoperators and Virtual Environments.* 2003. p. 335–45.

158. Wirth W, Hartmann T, Böcking S, Vorderer P, Klimmt C, Schramm H, et al. A Process Model of the Formation of Spatial Presence Experiences. *Media Psychol.* 2007 May 15;9(3):493–525.
159. Dean GM, Morris PE. The relationship between self-reports of imagery and spatial ability. *Br J Psychol.* 2003 May;94(2):245–73.
160. Standards Committee I. INACSL Standards of Best Practice: SimulationSM Simulation Design. *Clin Simul Nurs.* 2016 Dec 1;12:S5–12.
161. Shearer JN. Anxiety, nursing students, and simulation: State of the science. *J Nurs Educ.* 2016 Oct 1;55(10):551–4.
162. Yang JC, Quadir B, Chen NS, Miao Q. Effects of online presence on learning performance in a blog-based online course. *Internet High Educ.* 2016 July 1;30:11–20.
163. Smith SA. Virtual reality in episodic memory research: A review. Vol. 26, *Psychonomic Bulletin and Review.* Springer New York LLC; 2019. p. 1213–37.
164. Sacau A, Laarni J, Hartmann T. Influence of individual factors on presence. *Comput Hum Behav.* 2008 Sept;24(5):2255–73.
165. Triberti S, Sapone C, Riva G. Being there but where? Sense of presence theory for virtual reality applications. *Humanit Soc Sci Commun.* 2025 Jan 24;12(1):79.
166. Barranco Merino R, Higuera-Trujillo JL, Llinares Millán C. The Use of Sense of Presence in Studies on Human Behavior in Virtual Environments: A Systematic Review. *Appl Sci.* 2023 Dec 8;13(24):13095.
167. Lombard M, Ditton T. At the Heart of It All: The Concept of Presence. *J Comput-Mediat Commun.* 2006 June 23;3(2):0–0.
168. Lioce L, editor. *Healthcare Simulation Dictionary* [Internet]. Second. Agency for Healthcare Research and Quality; 2020 [cited 2024 June 6]. Available from: <https://www.ahrq.gov/patient-safety/resources/simulation/terms.html>

169. Lavoie P, Deschênes MF, Nolin R, Bélisle M, Blanchet Garneau A, Boyer L, et al. Beyond Technology: A Scoping Review of Features that Promote Fidelity and Authenticity in Simulation-Based Health Professional Education. *Clin Simul Nurs*. 2020 May;42:22–41.
170. Pogson R, Henderson H, Holland M, Sumera A, Sumera K, Webster CA. Determining current approaches to the evaluation of the quality of healthcare simulation-based education provision: a scoping review. *MedEdPublish* 2016. 2023;13:207.
171. Bartolomé Villar B, Real Benlloch I, De La Hoz Calvo A, Coro-Montanet G. Perception of Realism and Acquisition of Clinical Skills in Simulated Pediatric Dentistry Scenarios. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Sept 9;19(18):11387.
172. INACSL Standards of Best Practice: SimulationSM Outcomes and Objectives. *Clin Simul Nurs*. 2016 Dec;12:S13–5.
173. Coro-Montanet G, Pardo Monedero MJ, Sánchez Ituarte J, Wagner Porto Rocha H, Gomar Sancho C. Numerical Assessment Tool to Measure Realism in Clinical Simulation. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Jan 27;20(3):2247.
174. Norman G, Dore K, Grierson L. The minimal relationship between simulation fidelity and transfer of learning. *Med Educ*. 2012 July;46(7):636–47.
175. MacLean S, Geddes F, Kelly M, Della P. Realism and Presence in Simulation: Nursing Student Perceptions and Learning Outcomes. *J Nurs Educ*. 2019 June;58(6):330–8.
176. Thisgaard M, Makransky G. Virtual Learning Simulations in High School: Effects on Cognitive and Non-cognitive Outcomes and Implications on the Development of STEM Academic and Career Choice. *Front Psychol*. 2017 May 30;8:805.
177. Storme M, Tavani JL, Myszkowski N. Psychometric Properties of the French Ten-Item Personality Inventory (TIPI). *J Individ Differ*. 2016 Apr;37(2):81–7.
178. Chevalier S, Doneux M, Buléon C, Ghuysen A, Paquay M. ‘It feels like I was there!’ A cross-sectional study to understand the sense of presence in simulation, the role of internal factors and simulation modalities. *J Healthc Simul*. 2025 July 25;QUXY5470.
179. Bal PM, Veltkamp M. How does fiction reading influence empathy? An experimental investigation on the role of emotional transportation. *PloS One*. 2013;8(1):e55341.

180. Yang S, Zhang W. Presence and Flow in the Context of Virtual Reality Storytelling: What Influences Enjoyment in Virtual Environments? *Cyberpsychology Behav Soc Netw*. 2022 Feb 1;25(2):101–9.
181. Anacleto S, Mota P, Fernandes V, Carvalho N, Morais N, Passos P, et al. Can narration and guidance in video-enhanced learning improve performance on E-BLUS exercises? *Cent Eur J Urol*. 2021;74(1):131–8.
182. Larkins K, Mohamed JE, Mohan H, Heriot A, Warriar S. How I Do It: Structured Narration for Cognitive Simulation-based Training in Robotic Surgery. *J Surg Educ*. 2023 May;80(5):624–8.
183. Haegdorens F, Van Bogaert P, De Meester K, Monsieurs KG. The impact of nurse staffing levels and nurse's education on patient mortality in medical and surgical wards: an observational multicentre study. *BMC Health Serv Res*. 2019 Dec;19(1):864.
184. Wieczorek-Wójcik B, Gaworska-Krzemińska A, Szykiewicz P, Wójcik M, Orzechowska M, Kilańska D. Cost-Effectiveness Analysis of Improving Nurses' Education Level in the Context of In-Hospital Mortality. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Jan 17;19(2):996.
185. Sezgin MG, Bektas H. Effectiveness of interprofessional simulation-based education programs to improve teamwork and communication for students in the healthcare profession: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nurse Educ Today*. 2023 Jan;120:105619.
186. Rodehorst TK, Wilhelm SL, Jensen L. Use of Interdisciplinary Simulation to Understand Perceptions of Team Members' Roles. *J Prof Nurs*. 2005 May;21(3):159–66.
187. San Martín-Rodríguez L, Soto-Ruiz N, Escalada-Hernández P. Academic training for advanced practice nurses: International perspective. *Enferm Clínica Engl Ed*. 2019 Mar;29(2):125–30.
188. Kauff M, Bührmann T, Gölz F, Simon L, Lüers G, Van Kampen S, et al. Teaching interprofessional collaboration among future healthcare professionals. *Front Psychol*. 2023 May 26;14:1185730.

189. Jeffries PR. A framework for designing, implementing, and evaluating simulations used as teaching strategies in nursing. *Nurs Educ Perspect*. 2005;26(2):96–103.
190. Bottet B, Selim J, Peillon C, Baste JM, Schwarz L, Renaux-Petel M, et al. Évaluation objective structurée des habiletés techniques des internes de chirurgie en phase socle. Expérience monocentrique portant sur trois cohortes au *Medical Training Center* de Rouen. *Pédagogie Médicale*. 2019;20(4):163–75.
191. Mariani B, Ross JG, Paparella S, Allen LR. Medication Safety Simulation to Assess Student Knowledge and Competence. *Clin Simul Nurs*. 2017 May;13(5):210–6.
192. Padilha JM, Machado PP, Ribeiro A, Ramos J, Costa P. Clinical Virtual Simulation in Nursing Education: Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res*. 2019 Mar 18;21(3):e11529.
193. Elshareif E, Mohamed EA. The Effects of E-Learning on Students' Motivation to Learn in Higher Education. *Online Learn [Internet]*. 2021 Sept 1 [cited 2024 Aug 28];25(3). Available from: <https://olj.onlinelearningconsortium.org/index.php/olj/article/view/2336>
194. Feng J, Chang Y, Chang H, Erdley WS, Lin C, Chang Y. Systematic Review of Effectiveness of Situated E-Learning on Medical and Nursing Education. *Worldviews Evid Based Nurs*. 2013 Aug;10(3):174–83.
195. McDonald EW, Boulton JL, Davis JL. E-learning and nursing assessment skills and knowledge – An integrative review. *Nurse Educ Today*. 2018 July;66:166–74.
196. Boling B, Hardin-Pierce M. The effect of high-fidelity simulation on knowledge and confidence in critical care training: An integrative review. *Nurse Educ Pract*. 2016 Jan;16(1):287–93.
197. Avadhani A. Should procedural skills be a part of the Acute Care Nurse Practitioner curriculum? *Nurse Educ Today*. 2017 Mar;50:115–8.
198. Alrashidi N, Pasay An E, Alrashedi MS, Alqarni AS, Gonzales F, Bassuni EM, et al. Effects of simulation in improving the self-confidence of student nurses in clinical practice: a systematic review. *BMC Med Educ*. 2023 Oct 30;23(1):815.

199. Fadale KL, Tucker D, Dungan J, Sabol V. Improving Nurses' Vasopressor Titration Skills and Self-Efficacy via Simulation-Based Learning. *Clin Simul Nurs*. 2014 June;10(6):e291–9.
200. Secherresse T, Usseglio P, Jorioz C, Habold D. Simulation haute-fidélité et sentiment d'efficacité personnelle. Une approche pour appréhender l'intérêt de la simulation en santé. *Anesth Réanimation*. 2016 Mar;2(2):88–95.
201. Jovic L, Lecordier D, Poisson M, Vigil-Ripoche MA, Delon B, Mottaz AM, et al. L'enseignement des sciences infirmières en France : contenus et stratégies: *Rech Soins Infirm*. 2015 Jan 20;N° 119(4):8–40.
202. Laschinger HKS, Tresolini CP. An exploratory study of nursing and medical students health promotion counselling self-efficacy. *Nurse Educ Today*. 1999 Mar;19(5):408–18.
203. Rukadikar C, Mali S, Bajpai R, Rukadikar A, Singh A. A review on cultural competency in medical education. *J Fam Med Prim Care*. 2022;11(8):4319.
204. Johnson D, Ouenes O, Letson D, De Belen E, Kubal T, Czarnecki C, et al. A Direct Comparison of the Clinical Practice Patterns of Advanced Practice Providers and Doctors. *Am J Med*. 2019 Nov;132(11):e778–85.
205. Moussa G, Kalogeropoulos D, Ch'ng SW, Panthagani J, Abdel-Karim Z, Andreatta W. “Comparing outcomes of advanced nurse practitioners to ophthalmologists performing posterior YAG capsulotomy, a six-year study of 6308 eyes.” *Eye*. 2023 Feb;37(3):554–9.
206. Hoang A, Singh A, Singh A. Comparing physicians and experienced advanced practice practitioners on the interpretation of electrocardiograms in the emergency department. *Am J Emerg Med*. 2021 Feb;40:145–7.
207. Haji FA, Cheung JJH, Woods N, Regehr G, de Ribaupierre S, Dubrowski A. Thrive or overload? The effect of task complexity on novices' simulation-based learning. *Med Educ*. 2016 Sept;50(9):955–68.
208. Singer AJ, Hollander JE, Cassara G, Valentine SM, Thode HC, Henry MC. Level of training, wound care practices, and infection rates. *Am J Emerg Med*. 1995 May;13(3):265–8.

209. Rodriguez JR, Yañez R, Cifuentes I, Varas J, Dagnino B. Microsurgery Workout: A Novel Simulation Training Curriculum Based on Nonliving Models. *Plast Reconstr Surg*. 2016 Oct;138(4):739e–47e.
210. Marshall MB. Simulation for technical skills. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012 Sept;144(3):S43–7.
211. Braithwaite J, Clay-Williams R, Vecellio E, Marks D, Hooper T, Westbrook M, et al. The basis of clinical tribalism, hierarchy and stereotyping: a laboratory-controlled teamwork experiment. *BMJ Open*. 2016 July;6(7):e012467.
212. Bolous NS, Graetz DE, Ashrafian H, Barlow J, Bhakta N, Sounderajah V, et al. Harnessing a clinician-led governance model to overcome healthcare tribalism and drive innovation: a case study of Northumbria NHS Foundation Trust. *J Health Organ Manag*. 2022 Dec 19;ahead-of-print(ahead-of-print):1–16.
213. Zechariah S, Ansa BE, Johnson SW, Gates AM, Leo GD. Interprofessional Education and Collaboration in Healthcare: An Exploratory Study of the Perspectives of Medical Students in the United States. *Healthcare*. 2019 Oct 15;7(4):117.
214. Bendowska A, Baum E. The Significance of Cooperation in Interdisciplinary Health Care Teams as Perceived by Polish Medical Students. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Jan 5;20(2):954.
215. Connolly F, De Brún A, McAuliffe E. A narrative synthesis of learners' experiences of barriers and facilitators related to effective interprofessional simulation. *J Interprof Care*. 2022 Mar 4;36(2):222–33.
216. Berro EA, Dane FC, Knoesel J. Exploring the relationships among realism, engagement, and competency in simulation. *Teach Learn Nurs*. 2023 Oct;18(4):e241–5.
217. Ritchie A, Pacilli M, Nataraja RM. Simulation-based education in urology – an update. *Ther Adv Urol*. 2023 Jan;15:17562872231189924.
218. Wang Y, Ji Y. How do they learn: types and characteristics of medical and healthcare student engagement in a simulation-based learning environment. *BMC Med Educ*. 2021 Dec;21(1):420.

Annexes

Annexe 1 : réponses aux entretiens qualitatifs relatifs aux plâtres

1. Pensez-vous que ce type d'enseignement est nécessaire pour votre formation ?

	IPA (n = 7)	Médecins (n = 13)
• Une partie intéressante de la formation globale	7	12
• Sans intérêt pour la pratique professionnelle future	4	2
• Permet d'acquérir des connaissances générales	3	4
• Utile pour le travail futur	3	4

2. Pensez-vous avoir maîtrisé la technique requise ?

	IPA (n = 7)	Médecins (n = 13)
• Acquis partiellement	5	9
• Il faut encore s'entraîner	5	4
• Premiers points acquis	2	7
• Difficile à faire seul / besoin d'aide et de supervision	2	2

3. Quelles sont vos premières impressions sur la formation au plâtre ?

	IPA (n = 7)	Médecins (n = 13)
• Formation intéressante	7	9
• Possibilité de pratiquer	3	7
• Présence d'un médecin	3	1
• Format du cours apprécié	4	1

4. Ce cours a-t-il répondu à vos attentes personnelles ?

	IPA (n = 7)	Médecins (n = 13)
• Ce cours a répondu à mes attentes personnelles	4	12
• Aucune ou faible attente personnelle vis-à-vis du cours	4	1
• Plus d'informations théoriques	0	1

5. Quels sont, selon vous, les aspects positifs de cette formation ?

	IPA (n = 7)	Médecins (n = 13)
• Capacité à accomplir l'acte/la pratique	4	9
• Présence et compétences d'un médecin de terrain	4	3
• Apprendre en observant les autres dans de petits groupes	1	4
• Ne pas le faire sur un vrai patient / droit à l'erreur	0	6

6. Quelles suggestions feriez-vous pour améliorer cette formation ?

	IPA (n = 7)	Médecins (n = 13)
• Aucune suggestion d'amélioration	3	3
• Être capable de répéter l'acte plusieurs fois	3	0
• Plus de temps/sessions pour la formation	2	4
• Formation interdisciplinaire	4	7
• Ajouter plus de détails dans l'apprentissage en ligne	1	5

Annexe 2 : réponses aux entretiens qualitatifs relatifs aux sutures

1. Pensez-vous que ce type d'enseignement est nécessaire pour votre formation en suture ?

	IPA (n = 9)	Médecins (n = 13)
• Intéressé par la formation	8	13
• Actes qu'ils pourraient dans leur pratique future	7	5
• Inutile pour l'orientation professionnelle future	4	0
• J'ai déjà eu l'occasion de le faire dans le cadre d'un stage.	0	3

2. Pensez-vous avoir acquis toutes les compétences techniques nécessaires pour réaliser des sutures ?

	IPA (n = 9)	Médecins (n = 13)
• Entièrement acquis	7	12
• Il faut encore s'entraîner / s'exercer	4	1
• Notions/expériences déjà acquises de l'acte	2	6
• Besoin d'aide/Supervision	1	2

3. Quelles sont vos premières impressions sur la formation à la suture ?

	IPA (n = 9)	Médecins (n = 13)
• Bonne formation dans l'ensemble	7	10
• Présence d'un médecin	5	2
• Format de cours apprécié/simulation	6	4
• Possibilité de pratiquer	3	4

4. Ce cours a-t-il répondu à vos attentes personnelles ?

	IPA (n = 9)	Médecins (n = 13)
• Ce cours a répondu à mes attentes personnelles.	5	12
• Aucune ou faible attente personnelle vis-à-vis du cours	1	0

5. Qu'appréciez-vous le plus dans ce cours ?

	IPA (n = 9)	Médecins (n = 13)
• Présence et assistance d'un médecin	6	4
• Mise en pratique	3	6
• Formation en petits groupes/ambiance	2	5
• Sécurité dans la simulation	2	5

6. Quelles suggestions feriez-vous pour améliorer cette formation ?

	IPA (n = 9)	Médecins (n = 13)
• Aucune suggestion d'amélioration	6	3
• Amélioration de l'e-learning	1	1
• Organiser la formation plus tôt dans le programme	0	4
• Apprendre de nouveaux points	0	3
• Produire et distribuer des fiches récapitulatives	0	2

Publications scientifiques

Article 1.

Chevalier, S., Paquay, M., Ghuysen, A. & Stipulante, S. (2025). Current state of simulation in advanced practice nursing programs: a survey in French-speaking countries. *Clinical Simulation in Nursing*, 102.

Current state of simulation in advanced practice nursing programs: a survey in French-speaking countries

Abstract

Background: In the French-speaking world, the role of advanced practice nurse (APN) has been evolving, with the establishment of numerous training programs. Simulation-based education plays a key role in APN training, yet no survey has assessed the specifics of its current use. This study aims to investigate the current state of simulation use in APN education in three French-speaking countries and compare these results with North American standards.

Methods: A descriptive survey was conducted, using a 32-item questionnaire, across APN programs in three French-speaking countries: Belgium, France and Canada. The survey covered general information, use of simulation, factors influencing simulation use and evaluation of simulation programs. The survey was distributed to APN training institutions via email.

Results: Responses were collected from 36 APN training centres across the three different French-speaking countries, with 93% of programs found to be incorporating simulation. Barriers included financial constraints and staffing shortages. Similarities and differences between French-speaking countries and North America were outlined.

Conclusions: This study highlights the integration of simulation in APN programs across three French-speaking countries, despite challenges such as limited resources. Telesimulation and

interdisciplinarity simulation offer potential for future research. Comparisons with U.S. programs reveal similarities, indicating a global need to improve training for APN.

Keywords: simulation; advance practice nurse; education; faculty development; curriculum

1. INTRODUCTION

As stated by the International Secretariat of French-Speaking Nurses (SIDIEF), advanced practice nurses (APNs) focus on people, families and communities, using scientific evidence, advanced knowledge and clinical judgment from postgraduate training. APNs aim to enhance care quality and safety through leadership, collaboration, research and ethical reflection, with recognition varying by country (1). The role and practices of APNs may vary considerably by country (2). In the three French-speaking countries in focus for this study, APN practices are well established (1) with clear legislative frameworks and specific training programs. In France, there is a state diploma in advanced practice nursing, while Canada has a diploma in advanced nursing practice (3). In Belgium, a legal framework recognizing the role of APN will soon be in application in 2025. There, the Master of Nursing Sciences prepares nurses for APN roles in collaboration with nursing schools and universities. In Switzerland, discussions on this point have been underway.

Despite discrepancies, the SIDIEF has agreed on a shared conceptual model to define this role. The Hamric model (1) describes three essential criteria for APNs: graduate education, certification, and practice focused on patients and families (4). Education is therefore key (2) and must be carefully considered to ensure that future APN are optimally trained. However, such training is relatively new in certain French-speaking regions, where institutions have had to create different educational pathways, possibly using simulation-based training. Indeed, simulation-based training has been increasingly used in educational courses for healthcare professionals (5). However, the current use of simulation in APN programs remains unclear (5) with poor standardization between existing APN programs. Current use of simulation in North America was recently examined, to identify the perceived barriers and the educational resources needed to achieve simulation training programs of quality simulation of quality (6). The innovative study revealed that simulation has been integrated into most APN training programs

in North America (6). Moreover, the development and implementation of APN simulations is guided by the standards set by the International Nursing Association for Clinical Simulation and Learning (INACSL) (6).

Such a survey has not yet been conducted in French-speaking countries. The data collected from such studies would allow institutions and trainers to better design their simulation programs. In addition, such information could help institutions where APN simulation training is being developed by providing standards for use in future courses.

In this context, we aim to investigate the current use of simulation in APN training in French-speaking countries. Our secondary objective is to compare data obtained in the French-speaking countries with the previous North American study.

2. THEORETICAL FRAMEWORK

The nursing education system in the three French-speaking countries specified varies by region, but generally follows a structured pathway that includes both theoretical instruction and clinical training. Admission requirements for nursing education in these French-speaking countries has typically focused on completion of secondary education. In France and Belgium, nursing education is provided through dedicated nursing schools, leading to a bachelor's degree in nursing (usually over three or four years). In Canada (Québec), the pathway consists of a Bachelor of Science in Nursing delivered by a university faculty of nursing. Some countries, such as Belgium, offer additional training courses in specific areas (paediatrics, emergencies, etc.). After this programme of nursing, there are two-year Master of Nursing Sciences degrees or advanced nursing practice programmes at university.

In accordance with the North American study by Nye et al.(6), Kolb's Experiential Learning Theory (7–9) was applied as the theoretical framework for this study. This framework highlights learning as a transformational process, explaining how individuals acquire knowledge through experience. The model is depicted as a cyclical process with four stages:

active experimentation, concrete experience, reflective observation and abstract conceptualization. This framework underpins simulation as a bridge between theory and practice, enabling students to develop into safe, vigilant and reflective practitioners committed to excellence in patient care and the mastery of essential competencies (10). Simulation training is considered an effective pedagogical method for developing a variety of skills, including professional, psychometric, cognitive and affective abilities (11). The key advantage of simulation lies in its ability to deliver a standardized and consistent learning experience through carefully planned and well-executed scenarios, which surpasses the unpredictability of the clinical environment (8). From that perspective, simulation programs should be carefully designed and implemented, with particular attention to evidence-based guidelines, to ensure that learners are provided with essential learning opportunities during their education (6).

3. METHODS

3.1. Research design

A descriptive study was conducted to address two main research questions:

- 3) What is the current state of simulation in APN programs in French-speaking countries?
- 4) What are the similarities and differences between simulation programs forming part of APN education in French-speaking and English-speaking North America?

Additionally, a series of research sub-questions were formulated:

- What are the themes and modalities most frequently used in APN programs in the specified French-speaking countries?
- What are the perceived facilitators and barriers to using simulation in these APN programs?
- How willing are teachers regarding simulation in APN programs?

We did not formulate specific hypotheses, as the aim was to adopt an exploratory approach.

3.2. Population

The study population comprised educators who deliver practical training, including professional integration activities, simulations and internships, which are incorporated into APN or nursing science programs in French-speaking countries. Depending on the country, these two types of programs are designed to train APN (e.g. APN programs in France and Master of Nursing Sciences in Belgium). We identified a total of 40 institutions offering such educational programs across four different countries (Canada, France, Switzerland and Belgium).

The institutions were identified through established databases, including those maintained by professional associations, as well as via the websites of online training providers. All identified institutions were subsequently contacted and invited to participate in the study.

3.3. Assessment instruments

3.3.1. Instruments

A questionnaire was developed to investigate current simulation use in APN programs in the identified French-speaking countries. Two of the team of researchers (SS and SC) developed the questionnaire, which consisted of 32 questions in total. The survey required approximately 15 to 20 minutes to complete and included both open- and closed-ended questions. The questionnaire was organized into four sections: general information (11 questions), use of simulation in training (16 questions), factors that support and hinder the use of simulation in training (two questions) and evaluation of the simulation programme (three questions).

3.3.2. Validation of instruments

The questionnaire was validated using the Delphi methodology (12). To undertake the validation, simulation experts and nursing training teachers from French-speaking Belgium were selected based on convenience. The experts were contacted via email to confirm their willingness to participate in the validation process. The initial round involved 10 experts, while

the final round comprised six participants. Four experts who participated in the first round did not respond to the second round.

The experts rated each question's relevance on a Likert scale from 1 (not relevant) to 4 (very relevant), and were asked to provide justification for scores below 3. Questions were considered validated if they obtained a median score greater than 3 and an interquartile range lower than 1 across all the scores provided by the experts in the round. For final validation, the stability of the experts' responses was measured between two rounds using the Wilcoxon rank-sum test. Questions that did not meet the validation criteria were revised by the researchers for the next round based on experts' comments. A third round of validation of the questionnaire followed the Delphi process. It was subsequently digitized using DragSurvey® and tested in a pilot study involving researchers and colleagues, which resulted in minor revisions.

3.4. Data collection

The survey was distributed via email to all previously identified institutions, either to the deans or to the relevant professors. If these contact email addresses were unavailable, the email was forwarded to the secretariats or pedagogical coordinators, who then relayed it to the relevant teachers at their institution. The survey remained open for a period of two months, from August to October 2022. During this time, the researchers sent two reminder emails. The researcher's email address was provided to address any questions regarding the study.

3.5. Data analysis

The DragSurvey® software was used for survey deployment and data collection. After the data collection stage was completed, the software compiled all responses by question. For closed-ended questions, the software calculated the total percentage of respondents for each response option. For open-ended questions, all responses were transcribed verbatim. The data were then exported to Excel files, where they were organized and sorted to create a comprehensive database. The researchers coded and referenced the responses to closed-ended questions in a

codebook. Analysis was conducted on the responses to open-ended questions, with each response linked to a verbatim report. The results of the study were structured into four parts: socio-demographic data, the current state of simulation in the French-speaking countries, facilitators and barriers, and the willingness of teachers to participate in simulation programs.

3.6. Ethical considerations

This study was approved by the ethical committee of Liege University Hospital of Liège (reference number: 2022/14).

All participants provided their informed consent to participate in the study by selecting a checkbox prior to beginning the questionnaire: "I give my consent for my data to be used anonymously in this study and I agree to participate freely in this study". In addition, the questionnaire responses were anonymized.

4. RESULTS

4.1. Socio-demographic data and general information

Among the 40 French-speaking institutions contacted, 36 participants responded, eight of whom (22%) did not complete the entire questionnaire.

Table 1 provides socio-demographic data and general information about the study population and programs.

Table 1. *Socio-demographic data and general information*

Variables	Conditions	Number n (Percentage, %)
Country	Belgium	4 (11)
	France	22 (63)
	Canada	9 (26)
Institution of respondents	Nurse School (type bachelor's degree)	3 (9)
	University (type master's degree)	32 (91)
	Center of simulation	2 (6)
	Other	3 (9)
Level of training of respondents	Nurse School level (bachelor's degree)	1 (3)
	University level (master's degree)	23 (66)
	Doctoral level	7 (20)

	Post-doctoral level	4 (11)
Teaching experience	0 – 5 years	7 (21)
	5 – 10 years	6 (18)
	More than 10 years	20 (61)
Simulation experience	0 – 5 years	13 (41)
	5 – 10 years	11 (34)
	More than 10 years	8 (25)
Part time in simulation	0%	12 (39)
	25%	6 (19)
	50%	3 (10)
	75%	2 (6)
	100%	0 (0)
	Other (variable part time)	8 (26)
Simulation training	Yes	21 (66)
	No	11 (34)
Type of simulation training	Self-learning	11 (55)
	Mentored learning with trained teachers	16 (80)
	Simulation training in your institution	11 (55)
	Simulation training out your institution	10 (50)
	Online training	5 (25)
	Simulation conference	9 (45)
	Simulation certificate	3 (15)
	Other	1 (5)
Principal work	Clinic	8 (26)
	Teaching	25 (81)
	Research	8 (26)
	Management	8 (26)
	Team leader (care or teaching)	9 (29)
	Other	2 (6)
Type(s) of training organized in your institution	Master's in nursing sciences	11 (37)
	State diploma in advanced practice nursing	15 (50)
	Master's degree in nursing	8 (27)
	Complementary diploma in advanced nursing practice	5 (16)
	Other	2 (6)
Number of students in training (per years)	0 – 25	13 (43)
	26 – 50	11 (37)
	51 – 100	6 (20)
	More than 100	0 (0)

4.2. Current state in the French-speaking countries: what is the current state of simulation in APN programs in the specified French-speaking countries?

4.2.1. Themes, skills and modalities in APN programs in the French-speaking countries

Most respondents incorporated simulation into their programs (n = 28; 93%). Only two did not, but they expressed interest in future integration. The respondents identified three main areas of interest: clinical situations connected to practice (n = 10), development of professional identity (n = 8) and learning or enhancing skills (n = 8).

Simulation was included in most professional integration activities (n = 19) and clinical courses (n = 19), and was primarily used for formative evaluation (n = 15). Eight respondents employed a mixed-assessment approach, combining certifying and formative elements. The number of simulation hours varied widely across institutions. Responses ranged from specific hours to time percentages, with most indicating 10 to 20 hours per year (n = 6).

Regarding the number of instructors and participants, the majority of simulations involved two instructors (n = 22). Group sizes were typically 10 to 15 (n = 16) or six to 10 students (n = 8).

Table 2 describes the modality of simulation, themes and type of skills developed in the simulation programs at the institutions.

Table 2. *Thematic, skills, and modalities in simulation programs*

Variables	Conditions	Number n (Percentage, %)
Simulation Themes	Nursing consultation	26 (93)
	Clinical assessment	24 (86)
	Therapeutic patient education	16 (57)
	Crisis Resource Management	8 (29)
	Interdisciplinary	18 (64)
	Other	3 (11)
Type of skills developed	Technical skills	1 (4)
	Non-technical skills	5 (18)
	Technical and non-technical skills	22 (78)
	Clinical judgment	21 (75)
Modalities	Standardized patients	23 (82)

Role plays	24 (86)
Computer	2 (7)
Procedural material	8 (28)
Low-fidelity mannequins	12 (43)
Medium to high fidelity mannequins	12 (43)
Virtual reality / Augmented reality	3 (11)

Most respondents (n = 20) indicated using guidelines to design simulation scenarios and debriefings, drawing from sources such as the High Authority of Health (n = 5), expert best practices (n = 5), INACSL standards (n = 3), the PEARLS method (n = 2) and evidence-based nursing reference books (n = 2).

Fewer than half of respondents (n = 12) said they use tools to assess the quality of simulations and instructors. They reported using internal evaluation systems (n = 5), simulation coaches or co-debriefing (n = 3), student satisfaction questionnaires (n = 3) and the debriefing assessment for simulation in healthcare (DASH tool) (n = 2).

4.2.2. Facilitators and barriers to the use of simulation in APN programs

Respondents identified key facilitators and barriers to using simulation in APN programs, with an option to suggest others alongside those suggested. The top facilitators were available facilities and equipment (n = 23), trained staff (n = 22), curriculum integration (n = 17), and allocated teacher workload (n = 13). The main barriers included excessive teacher workload (n = 18), insufficient funding (n = 16), lack of staff (n = 14) and limited facilities (n = 14).

4.2.3. Willingness of teachers to use simulation programs in APN courses


Respondents largely felt that simulation hours in APN training were insufficient (n = 21) or just adequate (n = 7); none considered the hours excessive. Many advocated for additional hours to address the broad clinical scope of APN programs but acknowledged challenges such as limited time, resources and infrastructure.


Regarding group size, most preferred 10 to 15 students (n = 11) or six to 10 students (n = 10) for simulation training. When asked about harmonizing simulation programs for APN training nationally, the majority supported the idea (n = 19), while others opposed it (n = 8). Key justifications included facilitating shared themes, scenarios or tools (n = 6); developing joint programs with common objectives (n = 5); adapting practices to institutional resources (n = 5); and preserving training specificity across institutions and specializations (n = 4).

4.3. Comparison with North America: what are the similarities and differences between simulation programs forming part of APN education in French-speaking and English-speaking North America?

In 2018, Nye et al. conducted a descriptive survey to examine the current state of simulation in APN programs in North America, focusing specifically on the English-speaking region of Canada and the United States. This section compares the results obtained in our study for the current state of simulation use in APN training in the French-speaking region of Canada with those from the English-speaking regions of North America (6), as well as with the guidelines from the American Association of Colleges of Nursing (13). Table 3 outlines the similarities and differences between these two current states.

Table 3. *Comparison between simulation programs in the French-speaking and English-speaking in North America countries*

	French-speaking countries	North America countries
	High rate of simulation (more than 90%)	
	Positive perception of simulation	
	Majority of formative evaluation	
	Most modality of simulation : standardized patients and role-plays	
	Main barrier to the use of simulation	

		French-speaking countries	North America countries
	Integration of simulation	Implemented across various courses, including clinical and professional integration activities.	Encouraged to be integrated throughout the curriculum to enhance clinical learning experiences
	Purpose of simulation	Primarily used for formative evaluation with limited use in summative assessments.	Supports both formative and summative evaluations to assess competencies and clinical judgment.
	Hours of simulation	10 to 20 hours per year	1 to 20 hours for the entire program
	Use of guidelines	Limited adherence to standardized guidelines for simulation practices.	Emphasizes the use of evidence-based guidelines and best practices in simulation design and implementation.
	Willingness of teachers	Harmonise training pathways and more simulation hours	Training of simulation instructors and replacement of some clinical hours with simulation

5. DISCUSSION

The aim of this study was to examine the current use of simulation in APN programs within French-speaking countries and to compare with the previous results of a similar study focused on North America. The findings indicate that most institutions (93%) incorporate simulation into their APN programs, primarily targeting clinical practice, professional identity and skills development. These activities are typically conducted in groups of six to 15 students, with an average duration of 10–20 hours.

Key facilitators of incorporating simulation training in APN programs include facilities, trained staff and curriculum integration, while the identified barriers are workload, funding and resource limitations. Teachers stated that they find simulation hours insufficient and support national harmonization for shared tools and objectives, though some prefer institutional specificity.

5.1. Current state in the French-speaking countries

We found that most of the French-speaking programs examined included simulation courses. Simulation is widely used in the majority of APN programs internationally (14) but additional evidence is required to accurately understand the true value of such an approach. According to a recent scoping review, the impact of simulation-based learning on the acquisition of APN skills, such as clinical reasoning and consultation, should still be investigated in the context of comparison with traditional teaching methods (5). In addition, robust international studies are needed to assess the long-term impact of simulation on developing APN skills and demonstrate the real clinical value of simulation-based training.

In this current study, most respondents said they conduct simulation courses with two instructors and 10 to 15 participants, with the majority of programs dedicating 10 to 20 hours per year to simulation training. The literature does not provide clear guidelines regarding the optimal number of simulation-based training participants, instructors or hours for APN programs. According to the INACSL, the number of participants should be tailored to the scenarios and their educational objectives (15). This number typically ranges from four to six participants per scenario (16), with consideration also given to the role of observers during the simulation (17). Inclusion of observers during APN simulations is an interesting option for increasing the number of participants and limiting the physical and temporal constraints linked to simulation training. Concerning the number of hours, balance should be found between the educational benefits for future APN and the financial constraints of institutions. More studies

are needed to determine the cost-effectiveness of simulation training and its impact compared to clinical internships. These findings would provide an opportunity to evaluate the optimal role of simulation in APN programs, considering both its pedagogical effectiveness and the available resources to ensure the most effective and appropriate implementation of simulation.

In our study, the main simulation themes explored were in line with the international role of APN (1). When developing simulation programs, themes should be in line with the skills profile. Additionally, simulation methods must be consistent with teaching objectives (15). For example, it has been shown that use of a high-fidelity simulator does not lead to better learning for advanced life support training than a low-fidelity simulator (18). Additionally, the use of high-fidelity simulation involves significant cost, which may hinder the implementation of simulation in institutions. Conversely, the use of standardized patients and role playing is less expensive and particularly relevant for developing skills in consultation, communication and education.

5.2. Facilitators and barriers

Alongside support for simulation on the part of teachers, the implementation of simulation in APN programs requires strategic and technological backing (6). The most common obstacles identified appear to be international and inherent in the development of simulation itself (6,14,19,20). Many educators stated they perceive this lack of support as an external barrier impacting their ability to provide quality simulation (14). To overcome such challenges, advanced technologies such as artificial intelligence and enhanced virtual reality applications hold promise for improving the effectiveness and accessibility of simulation training in the future (20). One possible solution to address this lack of resources could be telesimulation, which is a teaching method using videoconferencing and computer simulations to teach, train and assess students who are not physically present at the school (21). This method was indeed

implemented during the COVID-19 pandemic and effectiveness with teaching students in this manner was demonstrated (22,23).

In addition to technological solutions, integrating shared learning paths (24) and interprofessional simulations (25) could be beneficial. Many medical skills, such as suturing, overlap with APN competencies, yet these procedural simulations are currently delivered separately for physicians and APNs. Developing a unified simulation programme for both groups could enhance mutual understanding and foster collaboration during training (26), while simultaneously addressing barriers to simulation implementation by optimizing material and human resources.

5.3. Willingness of teachers concerning simulation programs

Despite the identified barriers, the dedication of APN educators to simulation sustains their motivation and resilience (14). This commitment plays a key role in enhancing the quality of simulation-based teaching (27). Respondents in the current study expressed a strong desire for more simulation hours across programs, though this may reflect a pro-simulation bias, as those already supportive of simulation might have been more likely to participate. While simulation holds great appeal, its use should be thoughtfully balanced against costs and educational outcomes. Engaging educators and leaders outside the field of simulation in this discussion could provide valuable perspectives.

The second priority identified was the desire to develop joint programs or initiatives based on shared objectives. Furthermore, respondents highlighted the importance of tailoring practices to each institution's unique context and preserving the specificity of training for various specializations. Creating a shared competency framework and unified educational objectives could be a valuable first step toward harmonizing simulation programs. To support these efforts, the Simulation Guidelines and Best Practices for Nurse Practitioner Programs (14,28) and

evidence-based guidelines from the International Nursing Association of Clinical Simulation and Learning (29) offer practical recommendations and standards for programme development.

5.4. Comparison between French-speaking regions and North American data

Differences in APN training between North America and the French-speaking countries in focus for this study can be largely attributed to North America's longer history with these programs. This longer history has allowed for the development of diverse simulation programs and evaluation methods, unlike in the French-speaking countries, where most programs are still in their early stages. Additionally, legislative and healthcare contexts vary significantly between the regions, influencing both APN curricula and practitioner competencies. In North America, summative evaluation is widely used due to established legislative frameworks requiring standardized skill validation. Simulation hours often replace internship hours because of limited placement opportunities, necessitating rigorous evaluation to ensure clinical competency. Despite these contextual differences, simulation is a shared component of APN education worldwide and faces similar implementation challenges. International collaboration and research could help standardize simulation programs, address barriers and assess the cost-effectiveness of these training methods.

6. LIMITATIONS

This study had some limitations and biases. The data could not be generalized to all APN training programs due to the complex distribution of respondents across different institutions, and some institutions may not have been represented among the respondents. Additionally, the data pertained to a specific period in 2022 and may not have fully reflected the current practices. Further research is needed to update and expand upon the findings, which will be conducted by the current group through qualitative interviews.

Another potential limitation was pro-simulation bias, where respondents who favour simulation may have been more likely to complete the questionnaire, possibly excluding non-simulation

users. Additionally, the experts who validated the questionnaire using the Delphi method were all from Belgium, which may have resulted in a lack of understanding of terminology among participants from other countries. Involving international French-speaking experts would have provided a broader perspective.

7. CONCLUSION

This study provides an overview of simulation in APN programs in three French-speaking countries, where most respondents integrate simulation-based training into their curricula and recognize its benefits. However, challenges such as a lack of financial, human or material support persist. Teachers are willing to harmonize training programs, guided by the recommendations of national working groups. Strengthening simulation instructor training within APN programs could further improve education quality. A comparison with a U.S. study revealed similarities between French- and English-speaking education systems despite differing contexts. Advanced practice has rapidly been developing in the French-speaking countries, necessitating reflection on the development and quality of training programs. Telesimulation presents a promising avenue for future research.

8. REFERENCES

1. Morin D. La pratique infirmière avancée vers un consensus au sein de la Francophonie [Internet]. Montréal; 2018. 90 p. (Secrétariat international des infirmières et infirmiers de l'espace francophone). Available from: <https://sidiief.org/produit/la-pratique-infirmiere-avancee/>
2. De Raeve P, Davidson PM, Bergs J, Patch M, Jack SM, Castro-Ayala A, et al. Advanced practice nursing in Europe—Results from a pan-European survey of 35 countries. *J Adv Nurs*. 2024 Jan;80(1):377–86.
3. Colson S, Galfout S, Schwingrouber J. Advanced practice nursing in France: A critical reflection of the past five years. *J Adv Nurs*. 2024 Feb 27;jan.16134.

4. Hamric AB, Spross JA, Hanson CM. *Advanced Practice Nursing: An Integrative Approach* [Internet]. Saunders/Elsevier; 2009. Available from: <https://books.google.be/books?id=q9GfPwAACAAJ>
5. El Hussein MT, Favell D. Simulation-Based Learning in Nurse Practitioner Programs: A Scoping Review. *J Nurse Pract.* 2022 Sep;18(8):876–85.
6. Nye C, Campbell SH, Hebert SH, Short C, Thomas M. Simulation in Advanced Practice Nursing Programs: A North-American Survey. *Clin Simul Nurs.* 2019 Jan;26:3–10.
7. Kolb DA. *Experiential learning: Experience as the source of learning and development.* FT press. 2014.
8. Kolb D. *Experiential Learning: Experience as the source of Learning and Development Second Edition.* Pearson Education. 2015.
9. Kolb AY, Kolb DA. Learning Styles and Learning Spaces: Enhancing Experiential Learning in Higher Education. *Acad Manag Learn Educ.* 2005 Jun;4(2):193–212.
10. Daley K, Campbell SH. Simulation Scenarios for Nursing Educators: Making it real - Chapter 2. *Framework for simulation learning in nursing education.* Springer Publishing Company. New York; 2018. 13–18 p.
11. Lavoie P, Michaud C, Bélisle M, Boyer L, Gosselin É, Grondin M, et al. Learning theories and tools for the assessment of core nursing competencies in simulation: A theoretical review. *J Adv Nurs.* 2018 Feb;74(2):239–50.
12. Blicck Y, Ooghe I, Zhu C, Depryck K, Struyven K, Pynoo B, et al. Consensus among stakeholders about success factors and indicators for quality of online and blended learning in adult education: a Delphi study. *Stud Contin Educ.* 2019 Jan 2;41(1):36–60.

13. Dugan MA, Altmiller G. AACN Essentials and nurse practitioner education: Competency-based case studies grounded in authentic practice. *J Prof Nurs.* 2023 May;46:59–64.
14. Campbell SH, Nye C, Hébert SH, Short C, Thomas MH. Simulation as a Disruptive Innovation in Advanced Practice Nursing Programs: A Report from a Qualitative Examination. *Clin Simul Nurs.* 2021 Dec;61:79–85.
15. Sittner BJ, Aebersold ML, Paige JB, Graham LLM, Schram AP, Decker SI, et al. INACSL Standards of Best Practice for Simulation: Past, Present, and Future: *Nurs Educ Perspect.* 2015;36(5):294–8.
16. National League for Nursing, editor. National League for Nursing [Internet]. 2021. Available from: <https://www.nln.org/For-Sorting/Content-Since-2021-10-27-Ran-On-2021-10-27/list-items/how-many-students-are-recommended-for-each-simulation-experience-6a4ec55c-6a4ec55c-7836-6c70-9642-ff00005f0421>
17. O'Regan S, Molloy E, Watterson L, Nestel D. Observer roles that optimise learning in healthcare simulation education: a systematic review. *Adv Simul.* 2016 Jan;1(1):4.
18. Massoth C, Röder H, Ohlenburg H, Hessler M, Zarbock A, Pöpping DM, et al. High-fidelity is not superior to low-fidelity simulation but leads to overconfidence in medical students. *BMC Med Educ.* 2019 Dec;19(1):29.
19. Hosny SG, Johnston MJ, Pucher PH, Erridge S, Darzi A. Barriers to the implementation and uptake of simulation-based training programs in general surgery: a multinational qualitative study. *J Surg Res.* 2017 Dec;220:419-426.e2.
20. Elendu C, Amaechi DC, Okatta AU, Amaechi EC, Elendu TC, Ezech CP, et al. The impact of simulation-based training in medical education: A review. *Medicine (Baltimore).* 2024 Jul 5;103(27):e38813.

21. McCoy CE, Sayegh J, Alrabah R, Yarris LM. Telesimulation: An Innovative Tool for Health Professions Education. *AEM Educ Train*. 2017 Apr;1(2):132–6.
22. Diaz MCG, Walsh BM. Telesimulation-based education during COVID-19. *Clin Teach*. 2021 Apr;18(2):121–5.
23. Garrison CM, Hockenberry K, Lacue S. Adapting Simulation Education During a Pandemic. *Nurs Clin North Am*. 2023 Mar;58(1):1–10.
24. Chevalier S, Paquay M, Krutzen S, Ghuysen A, Stipulante S. Learning technical skills in simulation: Shared training for medical students and advanced practice nurses. *Clin Simul Nurs* [Internet]. 2025 Jan 1 [cited 2025 Apr 7];98. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2024.101663>
25. Freeman J, Andrighetti T, Vanderzwan KJ. Inclusion of Advanced Practice Providers in Simulation-Enhanced Interprofessional Education. *Clin Simul Nurs*. 2024 Sep;94:101578.
26. Saragih ID, Suarilah I, Hsiao CT, Fann WC, Lee BO. Interdisciplinary simulation-based teaching and learning for healthcare professionals: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nurse Educ Pract*. 2024 Mar;76:103920.
27. Baayd J, Heins Z, Walker D, Afulani P, Sterling M, Sanders JN, et al. Context Matters: Factors Affecting Implementation of Simulation Training in Nursing and Midwifery Schools in North America, Africa and Asia. *Clin Simul Nurs*. 2023 Feb;75:1–10.
28. Lioce L, Conelius J, Brown K, Schneidereith T, Nye C, Weston C, et al. Simulation Guidelines and Best Practices for Nurse Practitioner Programs. National Organization of Nurse Practitioner Faculties. 2020.

29. Hallmark B, Brown M, Peterson DT, Fey M, Decker S, Wells-Beede E, et al. Healthcare Simulation Standards of Best Practice™ Professional Development. *Clin Simul Nurs*. 2021 Sep;58:5–8.

Article 2.

Chevalier, S., Dubois, N., Blasco Falgasa S., Detroz, P., Ghuysen A., Stipulante S. (in reviewing). Telesimulation vs. Traditional Simulation: Impact on Nursing Students' consultation skills Learning– A Mixed-Methods Study. *Advances in Simulation*.

Telesimulation vs. Traditional Simulation: Impact on Nursing Students' consultation skills Learning– A Mixed-Methods Study

Abstract

Background: Simulation is a valuable educational approach for improving clinical skills, confidence, and communication in advanced practice nursing programs. Its implementation is often hindered by challenges such as workforce shortages and financial costs. Telesimulation has been proven to offer a more convenient and cost-efficient alternative, particularly during crises such as the COVID-19 pandemic. This study compares the effectiveness of telesimulation and traditional simulation in teaching consultation skills to advanced practice nurse (APN) students. Students' perceptions about this innovative educational approach are further evaluated.

Methods: This study utilized a concurrent nested mixed-methods design. First-year APN students in Belgium were assigned to either a control group that underwent traditional simulation or an experimental group that participated in telesimulation. Quantitative data were collected using questionnaires and evaluation grids to assess skills, knowledge, self-efficacy, stress levels, and satisfaction. Additionally, qualitative insights were gathered through focus groups and individual interviews conducted after the telesimulation sessions.

Results: A total of 17 students were allocated to the traditional simulation group (n = 8) or the telesimulation group (n = 9). Both groups demonstrated significant improvements in their knowledge and skills, with no statistically significant differences between the groups. The qualitative analysis identified six key themes: the advantages of telesimulation, challenges, suggestions for improvement, comparisons with traditional simulations, integration into curricula, and learning factors.

Conclusions: Telesimulation has similar effectiveness as traditional simulation in teaching consultation skills to APN students while also providing greater flexibility. APN programs should integrate a blended approach with both methods to optimize learning outcomes and mitigate the limitations associated with the lack of physical interaction in telesimulation.

Keywords: simulation, telesimulation, advanced nurse practitioner, consultation skills, communication skills, training

1. INTRODUCTION

Simulation has become a widely utilized pedagogical approach in healthcare education and is designed to improve healthcare safety and quality as well as patient outcomes (1). Advanced practice nursing (APN) programs widely rely on simulation to support the development of complex clinical competencies, including clinical reasoning and communication (2–5). However, its implementation is often challenged by limited staff availability, infrastructure constraints, financial burden, and scheduling and space difficulties (6); these barriers impede the expansion and effective implementation of simulation programs.

To overcome these barriers, telesimulation has emerged as a promising alternative. Telesimulation involves the use of telecommunications and simulation technologies to deliver education, training, and/or assessment to learners who are not physically present (7). This method was particularly developed during the COVID-19 pandemic to comply with social distancing (8,9) and to ensure continuity of training, thereby preventing potential disruptions to learning (10,11). Beyond health crises, telesimulation remains a valuable tool for preparing healthcare professionals for evolving medical practices, such as telemedicine (12,13). Evidence suggests telesimulation may offer logistical advantages such as increased accessibility (12,14) and reduced costs (15,16). Students also report high satisfaction with this modality (10,17,18). Additionally, telesimulation has been shown to enhance students' proficiency in performing certain technical procedures, such as resuscitation, as well as improving their teamwork skills (20).

Despite these potential benefits, evidence remains insufficient and fragmented, particularly regarding which competencies are best supported by telesimulation and how its effectiveness compares with traditional simulation, particularly in APN education. According to Yasser et al. (2023), more quantitative and qualitative research should be conducted on the effects of telesimulation so that guidelines and best practices can be developed (10). Notably, only a

limited number of studies have specifically focused on APNs and development of specialized skills such as consultation.

Clinical consultation is a comprehensive and iterative process through which APNs assess patients' needs, collaboratively develop care plans, and support decision-making across diverse clinical contexts (19). With the expansion of APN roles internationally (20), high-quality consultation skills are essential to enhance access to care, continuity, patient engagement, and health outcomes (21,22). As highlighted by Hamric et al. (23), consultation is therefore considered a core competency for advanced practice nurses and should be intentionally cultivated through experiential learning approaches such as simulation.

With APN programs rapidly growing and telehealth transforming patient care delivery, understanding how telesimulation can effectively contribute to consultation training has become particularly timely.

Therefore, this study compares telesimulation, an emerging teaching method, with traditional simulation in the context of consultation training for APN students. This research is particularly innovative as no prior studies have examined the comparative impact of these two educational approaches on consultation skills within an APN program. Additionally, it allows for the analysis of a new teaching method that could be incorporated into training programs for APN. The primary objective of this study is to evaluate the effectiveness of telesimulation training compared to traditional simulation training when teaching APN students nursing consultation skills. The secondary objective is to explore students' perceptions of telesimulation as a novel educational approach for developing consultation competencies.

2. METHODS

2.1. Study design

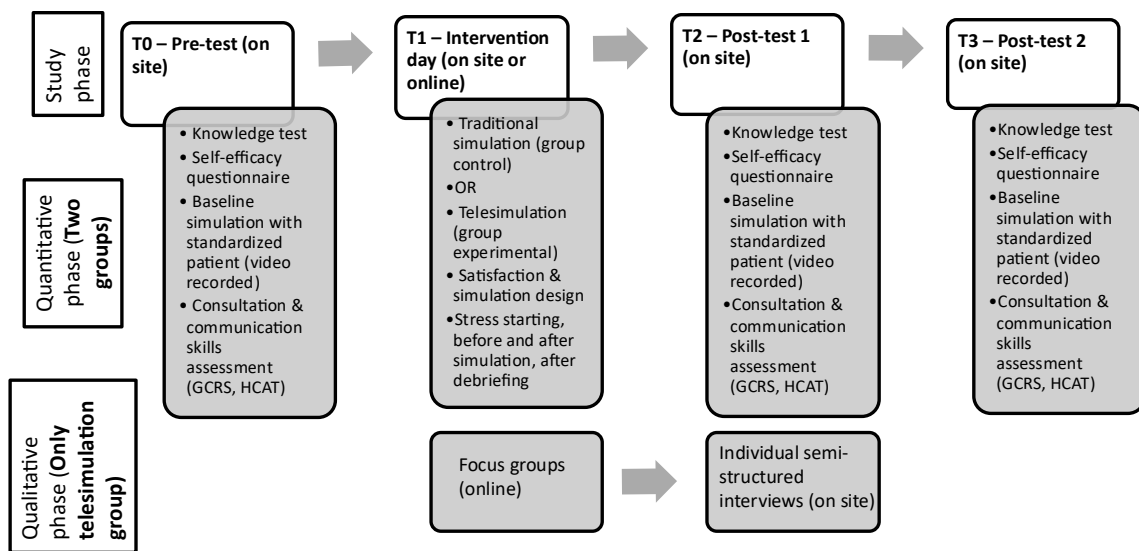
A convergent mixed-methods design was used to address the following research questions:

- 1) What is the learning impact of telesimulation training compared to traditional simulation with standardized patients in developing nursing consultation skills among APN students?
- 2) How do APN students perceive the implementation of telesimulation as a novel pedagogical approach for learning nursing consultation skills?

Quantitative and qualitative data were collected in parallel, analyzed separately, and integrated during interpretation to generate complementary insights. This approach follows Creswell & Plano Clark (24). The quantitative and qualitative components were purposefully interconnected to address complementary aspects of educational outcomes, aligned with the Kirkpatrick model. The primary objective investigated the impact of telesimulation compared to traditional simulation on consultation learning outcomes (Kirkpatrick Levels 1 and 2), including knowledge, performance, self-confidence, and perceived stress. Stress was included within the reaction level (Level 1), as emotional responses are known to influence engagement in simulation and the effectiveness of learning. The secondary objective explored students' perceptions of telesimulation as an educational modality (Kirkpatrick Level 1). To achieve this, the qualitative component was intentionally embedded within the telesimulation group to provide insight into the mechanisms underlying quantitative results, particularly learners' reactions, motivation, and perceptions. Quantitative data were collected at multiple time points using validated questionnaires and expert-rated performance evaluations in both groups. Qualitative data consisted of focus groups and semi-structured individual interviews conducted exclusively with telesimulation participants to capture the nuances of their learning experience.

Figure 1 details the different phases of the study.

Figure 1. Convergent parallel mixed-Methods Design



2.2. Ethical considerations

This study was approved by the Ethics Committee of CHU Liège (reference number: 2023/207), which operates in accordance with the Belgian law of May 7, 2004, and adheres to the principles of the Declaration of Helsinki. All experiments were conducted in compliance with these guidelines and regulations. All participants provided written informed consent to participate in the study. Additionally, they signed an authorization allowing for filming. Pseudo-anonymization was implemented for questionnaires and videos. This pseudo-anonymization consisted of assigning a unique, six-letter code to each student to safeguard their identity.

2.3. Sample and recruitment

A nonprobability convenience sampling method was employed. To ensure feasibility, the sample comprised all voluntary first-year master's in nursing students (APN orientation) enrolled at a large university in Belgium. In Belgium, training for APNs involves two years of master's-level nursing studies following a bachelor's degree in nursing. The participants were selected based on the following inclusion criteria: being registered in the first year of the

master's degree in nursing with APN orientation, having a simulation course on their program, and agreeing to participate in the study. The only exclusion criterion for participation in this study was having already completed the simulation course of the first year. The study was introduced during the first simulation course, and students were given the opportunity to voluntarily accept or decline participation. Students who consented to participate were randomly assigned to either the simulation group (control group) or telesimulation group (experimental group) via the “random” function in Excel®. All students are included in quantitative phase but only students in the telesimulation group were included for the qualitative section.

2.4. Data collection

Data collection was conducted between November 2023 and February 2024. This study was carried out in five distinct phases: pre-testing, theoretical training, intervention day, post-test 1, and post-test 2.

2.4.1. Prior to the study

Prior to the start of this study, six simulation scenarios were designed by the simulation-trained research team in accordance with the Healthcare Simulation Standards of Best Practice (25). During a pilot phase, these scenarios were pre-tested with second-year master's degree students in nursing. The aim of these scenarios was to provide consultation with an APN in the context of primary care or an emergency. The scenarios covered various reasons for consultation, such as abdominal pain (due to gastric ulcer or gallstones), fever (malaria, meningitis), breathing difficulties (pulmonary embolism) and fatigue (diabetes). Prior to the simulation, the researchers briefed the simulated patients and simulation facilitators on the scenarios.

2.4.2. Pre-testing (T0)

The pre-test took place in the Center for Medical Simulation of a Belgian university. The students were welcomed by the researchers, who provided an overview of the study and the day's activities. Participants then signed the informed consent form, confirming their willingness to take part in the study, and subsequently underwent video recording. The students received the following paper questionnaires: knowledge of consultation nursing, sense of self-efficacy, and sociodemographic data. The researchers then individually briefed the students about the simulation exercise. After this, students participated individually in the simulation of the nursing consultation with a simulated patient. During the simulation, the students' consultations were filmed and assessed by two experts via evaluation grids. A simulation facilitator provided general feedback and emotional support to each participant after the simulation.

2.4.3. Theoretical training

The researchers also created an e-learning course including theoretical content related to advanced practice nursing consultation, such as the principles of consultation, the Calgary–Cambridge theory, and the principles of communication. The total duration of e-learning was approximately one hour. An explanation email with the link to the e-learning platform was sent to the students after the pre-test. Students were instructed to complete the e-learning module independently at home before the intervention day to ensure adequate preparation.

2.4.4. Intervention Day (T1)

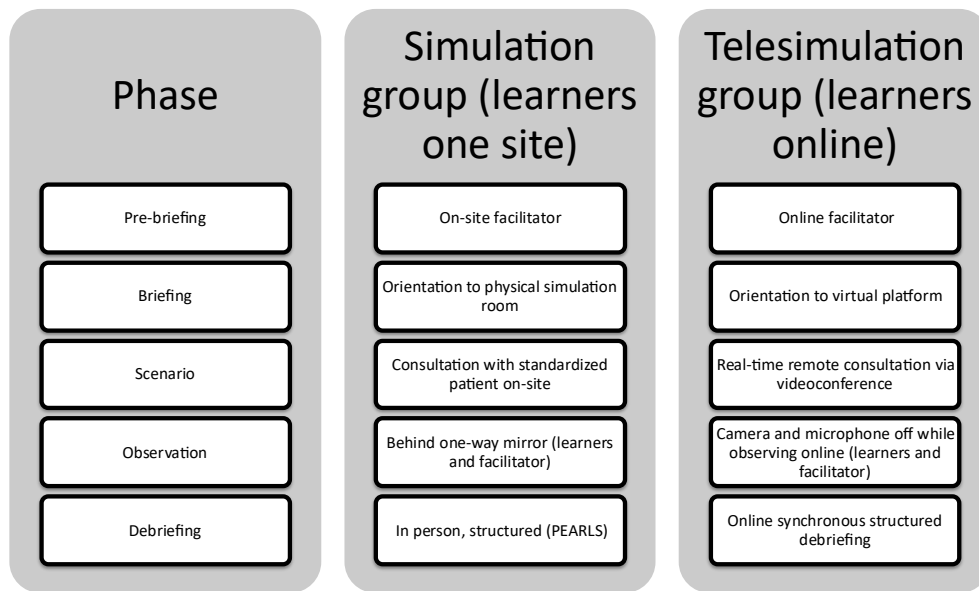
An explanatory email was sent to the telesimulation group before the session detailing the required software, connection link, and required internet quality. One week after the pre-test, the training day took place either at the simulation center for the simulation group or online via Microsoft Teams for the telesimulation group.

Training was delivered in small groups, consisting of two to four students per session. On the day of the training, all students in the group actively participated in the simulation individually and in turn. Meanwhile, the other students observed.

- *Pre-briefing, Briefing, and Simulation*

During the pre-briefing, a simulation facilitator provided explanations of the day's events and the simulation rules. This pre-briefing was adapted for telesimulation according to tips published by Thomas and al. (eg: turn off the cameras during the simulation for observers) (26). A simulation facilitator gave the students a standardized briefing. This briefing provided a presentation of the simulation rooms/virtual platform, the objectives, and the clinical situation. Students subsequently took turns completing an advanced nursing consultation scenario with a standardized patient, either in the simulation center (traditional simulation group) or remotely via videoconferencing (telesimulation group). Each participant performed a unique scenario, while peers and facilitator observed the activity. Observation occurred either behind a one-way mirror (traditional simulation) or with camera and microphone disabled (telesimulation). In the telesimulation group, students conducted a real-time virtual consultation with a standardized patient, each participant being remotely connected via a videoconferencing platform. This method of telesimulation was chosen over video viewing because it was more rewarding for students to actively simulate a consultation (10). To enhance clarity, a visual summary of the two modalities is provided in figure 2.

Figure 2. Comparison of simulation procedures between groups



- *Facilitators*

Two facilitators supported the training sessions: one for the telesimulation group and one for the traditional simulation group. Both held a one-year university certificate in simulation-based education and taught in the Master of Science in Nursing program.

- *Debriefing*

At the end of the training, the facilitators used the Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation (PEARLS) framework for debriefing (27). PEARLS guides facilitators in first creating a safe learning environment, exploring emotional responses, reviewing key events, and then analyzing performance before concluding with actionable insights to improve future practices (27). Following the debriefing, the students were given paper (simulation group) or online (telesimulation group) questionnaires to complete, which included questions about their satisfaction and evaluation of the simulation design. The level of stress perceived was evaluated at different time points during training. For the telesimulation group only, all learners participated in a focus group with a different simulation facilitator. Each focus group concentrated on five specific questions about the students' perceptions and learning.

2.4.5. Post-test 1 (T2)

Post-test 1 took place in the simulation center one week after the training. The researchers welcomed the students and explained the post-test phase. They distributed two paper questionnaires to the students: one for knowledge and another for a sense of self-efficacy. The researchers then individually briefed the students about the simulation exercise. After this, the students participated individually in a new simulation about advanced practice nursing consultation with a simulated patient. During the simulation, the students' consultations were recorded and independently assessed by two experts using validated evaluation grids: the Global Consultation Rating Scale for consultation skills (28) and the Health Communication Assessment Tool for communication skills (29). A simulation facilitator provided general feedback and emotional support, distinct from a debriefing, to each participant after the simulation. Another facilitator conducted semi-structured individual interviews with the participants in the telesimulation group only. The questions in these interviews focused on learning, immersion, and the future prospects of telesimulation. These questions were developed based on the qualitative results of previous focus groups, with the aim of improving understanding of certain topics that had previously been discussed, such as learning.

2.4.6. Post-test 2 (T3)

Post-test 2 took place in the simulation center three months after the training session. The procedure and questionnaires for post-test 2 are the same as those for post-test 1.

2.5. Variables and assessment instruments

2.5.1. Quantitative data

The Kirkpatrick model (levels 1 and 2) was used to assess students' reaction (satisfaction, stress, design) and learning (knowledge, skills, self-efficacy) at different stages in the two groups (30).

Table 1 summarizes these variables. The questionnaires created for this study are available in Appendix 1.

Table 1. Description of variables

Data	Variables	Instruments	Phase of study
Sociodemographic data	Age	This questionnaire was created with closed questions by the researchers of the study. This questionnaire consists of nine multiple-choice questions concerning gender, age, professional seniority, previous consultation experience, and previous participation in simulation sessions.	Pre-test (T0)
	Gender		
	Length of time in the profession		
	Previous nursing consultation experience		
	Previous simulation experience		
Kirkpatrick Level 1: Reaction	Satisfaction of students	Student satisfaction was assessed immediately after the intervention in both groups using the “Satisfaction with Current Learning” subscale of the Student Satisfaction and Self-Confidence in Learning Scale (52). This subscale comprises 5 items, each rated on a 5-point Likert scale (1 = strongly disagree to 5 = strongly agree), yielding a total score ranging from 5 to 25. The SCLS has demonstrated good psychometric properties, with a Cronbach’s alpha of 0.94 for the satisfaction subscale in its original validation, thereby providing a reliable measure of student satisfaction in simulation-based learning contexts.	Day of intervention (T1)
	Stress perceived	Perceived stress was assessed using a numeric rating scale (0–10) specifically created for this study, where 0 indicated “not stressed at all” and 10 indicated “very stressed.” This scale was administered at four predefined moments throughout the intervention to capture short-term fluctuations in stress related to the simulation process. Although this instrument has not undergone prior psychometric validation, it was selected due to its simplicity, clinical familiarity, and demonstrated usability in simulation settings, which facilitated rapid and repeated measurement without increasing participant burden.	Day of intervention (T1): - At the very beginning of the training - Just before the simulation/tele simulation - Just after the simulation/tele simulation - After the debriefing
	Simulation design	The Simulation Design Scale (SDS) was used to assess learners’ perceptions of the	

		<p>five key design features of the simulation activities: objectives/information, support, problem-solving, feedback/guided reflection, and fidelity (53). The SDS consists of 20 items rated on a 5-point Likert scale (1 = strongly disagree to 5 = strongly agree), with higher scores reflecting greater perceived effectiveness of the simulation design. The SDS has demonstrated strong psychometric properties in previous studies, supporting its reliability and validity in simulation-based education research.</p>	<p>Day of intervention (T1)</p>
<p>Kirkpatrick Level 2: Learning (short and long term)</p>	<p>Knowledge of advanced nursing consultation</p>	<p>Knowledge of advanced nursing consultations was assessed using a questionnaire specifically developed by the research team for this study. Existing validated instruments were found to be unsuitable, as they did not fully align with the targeted learning objectives and the APN consultation model used in the curriculum. The questionnaire consisted of 10 multiple-choice items (five response options per item), directly mapped to the theoretical content covered in the e-learning module to ensure content relevance. Each correct answer was scored 1 point (range 0–10), with higher scores reflecting greater knowledge acquisition. Content and face validity were established through a Delphi procedure involving experts in advanced nursing practice and consultation. The final questionnaire is provided as an appendix.</p>	<p>Pre-test (T0) Post-test 1 (T2) Post-test 2 (T3)</p>
	<p>Advanced nursing consultation skills</p>	<p>Consultation skills were assessed using the Calgary Cambridge - Global Consultation Rating Scale (CC-GCRS), a validated instrument derived from the Calgary–Cambridge Guide to the Medical Interview (28). The GCRS evaluates the overall quality of clinical communication throughout the consultation, including interaction initiation, information gathering, shared understanding, and collaborative decision-making. The scale consists of 9 items rated on a 3-point scale from 0 (not done or poor) to 2</p>	<p>Pre-test (T0) Post-test 1 (T2) Post-test 2 (T3)</p>

		(good), with higher scores indicating better consultation skills. All student consultations were video-recorded and independently scored by two experienced advanced practice nurses trained in the use of the GCRS.	
	Communication skills	Communication skills were assessed using the Health Communication Assessment Tool (HCAT), a validated instrument in both English and French for evaluating communication competencies (29). The HCAT comprises 21 items, each rated on a 5-point Likert scale from 1 = “strongly disagree” to 5 = “strongly agree” yielding a maximum total score of 105. Two independent nursing consultants reviewed all student consultations (video-recorded) and retrospectively completed the HCAT evaluation grid.	Pre-test (T0) Post-test 1 (T2) Post-test 2 (T3)
	Sense of self-efficacy and overall mastery	The sense of self-efficacy related to advanced nursing consultations was assessed before and after the intervention using a questionnaire created by the study researchers. This instrument was designed to correspond to the specific steps and skills required in advanced nursing consultations. Content validity was established using a Delphi method with a panel of experts in advanced nursing practice. The questionnaire consisted of two sections. The first section comprised 16 items assessing perceived mastery of key phases of the consultation (e.g., initiating the consultation, clinical reasoning, shared decision-making), each rated on a 5-point numerical scale ranging from 0 (“does not apply”) to 5 (“excellent”), for a maximum score of 80 points. The second section assessed overall perceived competence using a single scale from 0 to 5, with higher scores indicating greater personal effectiveness.	Pre-test (T0) Post-test 1 (T2) Post-test 2 (T3)

2.5.2. Qualitative data

An ecological approach was applied for the qualitative phase, meaning that students' perceptions were explored by considering the learning environment as a whole including technological, social, and pedagogical elements involved in telesimulation. This approach considers learning as shaped by the dynamic interplay between individuals and their environment (31), which is particularly relevant when introducing a new pedagogical modality such as telesimulation. This phase consisted of two investigative stages and focused exclusively on students in the telesimulation group.

- **Focus group**

On the day of the intervention, a second facilitator conducted the focus groups immediately after the debriefing. These were carried out online with three to four learners per group, who remained in the same groups as during the telesimulation activities to maintain continuity of interaction. Five open questions related to the participants' general perceptions of the training, positive points and areas for improvement in the training, differences in learning compared to the traditional simulation, and their perspectives on the integration of remote simulation in APN curricula (Appendix 2). Focus groups were audio-recorded with participants' prior consent.

- **Semi-structured individual interviews**

During post-test 1 on site, all students in the telesimulation group participated in semi-structured individual interviews. These interviews were conducted after individual simulations in a separate room with another facilitator. Six questions grouped into three pre-identified thematic areas (learning, immersion, and future perspectives) were asked (Appendix 3). These themes were initially derived from the focus group analysis and subsequently refined through collaborative review by the research team before being used to structure the individual interviews. Additional emerging elements identified during the interviews were then

incorporated into the final thematic analysis. All interviews were audio-recorded with participants' consent.

2.6. Validation of tools

All study-specific questionnaires assessing knowledge, self-efficacy, and perceived stress underwent expert evaluation using a Delphi process to establish content and face validity, ensuring that the items were relevant and understandable in the context of advanced nursing consultations. The expert panel consisted of nursing consultation specialists from our institution and from other national institutions. The developed initially presented to nine experts for evaluation during the first round of the Delphi process. Based on their feedback, the researchers refined the questionnaires for the second round. In this phase, six experts provided responses, and their evaluations confirmed the validity of the questions. Since consensus criteria were met after the second round, a third round was conducted only to confirm the stability of the experts' ratings without requesting new scoring. These experts rated the comprehensibility and relevance of the questionnaires via a Likert scale structured as follows: 0 = not applicable to 5 = excellent. The questionnaires were considered valid if the mean score was greater than or equal to 4 and if the interquartile range was less than or equal to 1 for two consecutive rounds.

2.7. Data analysis

2.7.1. Quantitative data analysis

For quantitative data, statistical analyses were conducted using Rx64 Commander® (version 4.2.2). Descriptive statistics were calculated via tests of proportions (chi-square) expressed as rates and percentages to examine the socio-professional characteristics of the two groups. First, the evolution of each quantitative variable was assessed over time within each group. Then, the progression of these variables was compared between the telesimulation and simulation groups. Satisfaction and simulation design scores were compared between the two groups at one time

point using independent Student's t-tests or Mann–Whitney tests when normality was not met. Perceived stress was assessed at four time points during the training day, its evolution within each group was analyzed using the Friedman test, followed by post-hoc Wilcoxon signed-rank tests with Bonferroni correction when significant, and group differences in evolution were examined accordingly. Knowledge scores were analyzed using repeated-measures ANOVA to assess changes across the three measurement points within and between groups when residuals met normality assumptions. Consultation skills, communication skills, self-efficacy and overall mastery were assessed at the same three time points, due to non-normal distributions, the Friedman test was used to evaluate changes over time within each group, followed by pairwise Wilcoxon signed-rank tests with Bonferroni adjustment when significant, and Mann–Whitney tests were applied to compare changes between groups. To evaluate inter-rater reliability on consultation performance scores, intraclass correlation coefficients (ICC, single-rater absolute agreement) were calculated. High ICCs (close to 1) indicate a high degree of similarity between the experts. Effect sizes were reported using means and standard deviations for normally distributed variables, and medians with interquartile ranges for skewed variables. A significance level of $p < 0.05$ was applied for all analyses, except when adjusted by Bonferroni correction.

2.7.2. Qualitative data analysis

Qualitative data were analyzed using inductive thematic analysis as described by Braun and Clarke (32). Focus groups were conducted first to explore students' overall perceptions of telesimulation and to allow themes to emerge without predefined assumptions. Audio recordings were fully transcribed and an initial coding was performed by the principal investigator. A second researcher checked the quality of the transcriptions to avoid errors. Emerging themes that required further exploration particularly those related to learning, immersion, and future perspectives were refined collaboratively within the research team.

These three themes then guided the development of six questions for the subsequent semi-structured individual interviews. Interview data were analyzed iteratively, following the same analytic approach, to confirm, nuance, and extend the themes identified during the focus groups. Finally, patterns across all datasets were compared to produce overarching themes that reflect students' perceptions and experiences with telesimulation.

2.7.3 Data integration

This study followed a mixed-methods parallel design in which quantitative and qualitative data were collected concurrently and analyzed separately before being integrated during interpretation. The integration followed a complementarity purpose (24), meaning that the qualitative results were used to enhance the explanation and interpretation of the quantitative outcomes. The quantitative analyses assessed the impact of telesimulation on reaction and learning, consistent with Kirkpatrick Levels 1 and 2. The qualitative component further explored students' perceptions of telesimulation, providing insight into mechanisms underlying the quantitative results particularly regarding satisfaction, stress, and perceived learning. The integration was done by joint interpretation, which involved comparing the areas of convergence or divergence between the different items of the Kirkpatrick model to draw more comprehensive conclusions about the effectiveness of telesimulation in APN consultation training.

3. RESULTS

3.1 Sociodemographic data

Of the 25 students enrolled in the APN training program, four dropped out, and four declined to participate in the study. The final sample for the study thus consisted of 17 students, representing 68% of the students initially enrolled, with nine in the telesimulation group and

eight in the simulation group. Table 2 displays the sociodemographic data of the students by group.

Table 2. Sociodemographic data

Variables	Groups		P-value
	Simulation group (n = 8)	Telesimulation group (n = 9)	
Age, n (%)			.33
Under 25	5 (63)	2 (23)	
25 to 30 years old	1 (12)	3 (33)	
31 to 40 years old	2 (25)	3 (33)	
Over 40	0 (0)	1 (11)	
Gender, n (%)			.86
Male	3 (37)	3 (33)	
Female	5 (63)	6 (67)	
Work, n (%)			.45
Yes	6 (75)	8 (89)	
No	2 (25)	1 (11)	
Work experience, n (%)			.81
Less than 1 year	3 (37.5)	3 (33.3)	
1 to 5 years	3 (37.5)	3 (33.3)	
6 to 10 years	2 (2)	2 (22.2)	
More than 10 years	0 (0)	1 (11.1)	
Consultation practical experience, n (%)			.86
Yes	3 (37.5)	3 (33.3)	
No	5 (62.5)	6 (66.7)	
Number of practical consultations, n (%)			.65
1 time	0 (0)	0 (0)	
2 to 5 times	0 (0)	0 (0)	
6 to 10 times	0 (0)	0 (0)	
More than 10 times	3 (100)	3 (100)	
Participation in simulation, n (%)			.81
Yes	8 (100)	9 (100)	
No	0 (0)	0 (0)	
Number of simulations, n (%)			.03
1 time	0 (0)	1 (11.1)	
2 to 5 times	0 (0)	5 (55.6)	
6 to 10 times	1 (12.5)	1 (11.1)	
More than 10 times	7 (87.5)	2 (22.2)	

The two groups were homogeneous in terms of their sociodemographic characteristics. The only difference was the number of simulations performed before the study in the two groups.

3.2 Quantitative data

3.2.1 Evolution within the simulation group over time

- **Reactions of participants**

The participants showed high levels of satisfaction with the training (21/25) and simulation design. Stress levels did not change significantly over time ($p = .08$).

- **Learning**

The assessment of knowledge, consultation skills and communication skills improved significantly over time. A significant difference in knowledge was only noted between the pre-test and post-test 2 ($p = .04$). The communication and consultation skills variables both significantly changed between pre-test and post-test 1 ($p = .03$; $p < .001$), the n between pre-test and post-test 2 ($p = .02$; $p < .001$). The sense of self-efficacy and overall mastery did not significantly change over time. Appendix 4 contains the detailed statistical analyses.

3.2.2 Evolution within the telesimulation group over time

- **Reactions of participants**

The participants showed high levels of satisfaction with the training (23/25) and simulation design. Stress levels changed significantly over the different times ($p = .002$). Perceived stress decreased significantly between the start of the day and the debriefing ($p = .04$), before the simulation and the debriefing ($p = .014$), and after the simulation and the debriefing ($p = .04$).

- **Learning**

This study revealed that the telesimulation group's knowledge, sense of self-efficacy, overall mastery, consultation skills, and communication skills improved over time. Knowledge

significantly differed between the pre-test and post-test 2 ($p = .04$) and between the two post-tests ($p = .01$). Self-efficacy, overall mastery, and consultation skills significantly increased between pre-test and post-test 1 and between pre-test and post-test 2. Appendix 5 contains the detailed statistical analyses.

3.2.3 Difference in evolution between the two groups of simulations and telesimulation

Table 3. Differences in evolution between the simulation and telesimulation groups

Variables	Times	Simulation group (n = 8) Mean ± SD	Telesimulation group (n = 9) Mean ± SD	P-value*
Satisfaction of students (/25)	T1	21.88 (± 2.64)	23.33 (± 1.58)	.18
Stress perceived (/10)	T1 (At the very beginning of the training)	4.75 (±2.25)	3.78 (±2.59)	.99
	T1 (Just before the simulation/telesimulation)	5.50 (± 2.33)	5.22 (±3.31)	
	T1 (Just after the simulation/telesimulation)	4.13 (±2.42)	3.89 (±3.02)	
	T1 (after the debriefing)	3.25 (±2.76)	1.00 (±1.00)	
Simulation design (/100)	T1	88.14 (± 8.37)	92.78 (± 5.83)	.21
Knowledge (/50)	T0	42.13 (±3.64)	39.67 (±5.32)	.22
	T2	43.38 (± 2.50)	43.11 (± 1.62)	
	T3	46.00 (±1.69)	45.00 (±1.66)	
	T0	10.81 (±2.49)	11.44 (±2.59)	.52
	T2	15.56 (±1.45)	16.22 (±2.69)	

Consultation skills (/24)	T3	16.25 (±0.76)	16.17 (±1.66)	
Communication skills (/105)	T0	71.69 (±8.28)	75.72 (±5.49)	.18
	T2	82.19 (±1.94)	84.67 (±4.77)	
	T3	84.44 (±2.95)	85.61 (±5.11)	
Sense of self-efficacy (/80)	T0	57.75 (±3.88)	51.89 (±5.25)	
	T2	60.00 (±5.76)	59.78 (±7.22)	.08
	T3	62.63 (±9.38)	66.56 (±6.31)	
Overall mastery (/5)	T0	3.13 (±0.99)	3 (2.75-3)	.36
	T2	3.43 (±0.53)	4 (3.00-4)	
	T3	3.57 (±0.79)	4 (3.50-4)	

SD = standard deviation

* = global p-value between these two groups

- **Reactions of participants**

No significant difference emerged between the two groups in terms of satisfaction with their learning ($p = .21$) and with elements of the instructional design ($p = .18$).

- **Learning**

No significant differences were observed in the evolution of variables over time between the two groups.

- **Use of resources**

Regarding resources, the telesimulation training uses fewer hardware resources such as simulation rooms but requires technological resources with dedicated software. The human resources are similar between telesimulation and simulation, with both requiring one facilitator and one simulated patient. Telesimulation is just as time-consuming as simulation session.

3.3 Qualitative data

The qualitative analysis, based on three focus groups and nine individual interviews, identified six major themes that reflect students' perceptions and experiences of telesimulation. First, students emphasized clear advantages, particularly a sense of reduced stress and increased convenience, noting that remote participation enabled them to feel "less judged and more comfortable speaking" and that "not having to travel saves a lot of time". Second, they reported limitations, mainly related to the lack of physical presence, making non-verbal cues harder to interpret: "You don't see all gestures or body language". Students also expressed suggestions for improvement, particularly regarding scenario clarity and technical stability: "The case needs to be more precise because we don't always know how far to go". When comparing telesimulation with traditional simulation, they felt that telesimulation was well-suited for consultation skills but less appropriate for hands-on techniques, as "communication works well, but technical procedures really need in-person work". A fifth theme reflected strong support for integrating telesimulation into the curriculum, specifically as a complementary modality rather than a replacement: "It would be great to mix both, each brings something different". Finally, students identified learning facilitators, including small groups, immersion, and facilitator support: "Being in a small group helps you participate more and feel engaged".

Illustrative quotes and detailed subthemes are provided in Appendix 6.

3.4 Data integration

To enhance the integration of the mixed-methods findings and provide a comprehensive interpretation, a joint display was developed to align quantitative outcomes with qualitative insights (Table 4). This integrated presentation illustrates how students' subjective experiences contributed to the understanding of the measured effects of telesimulation on learning outcomes, stress, and perceptions of consultation skill development.

Table 4. Joint display integrating quantitative outcomes and qualitative themes

Kirkpatrick level	Variables	Quantitative results	Qualitative insights (themes & verbatim)	Integrated interpretation
Level 1 — Reaction	Satisfaction	High satisfaction at T1 (23.33/25)	Theme 1 — Perceived advantages of telesimulation “Allows better participation because we are in a small group, it’s more dynamic.”	Satisfaction supported by feelings of comfort, small groups and logistical flexibility
	Simulation design	SDS score high (≈ 90/100)	Theme 1 — Perceived advantages of telesimulation “The facilitator guided us well.”	Perception of structure & facilitation support aligns with SDS score
	Perceived stress	Stress decreased over the 4 time-points (p < .05)	Theme 1 — Perceived advantages of telesimulation “It’s less stressful to be at home.”	Reduction in stress appears linked to reduced peer gaze and familiar environment
Level 2 — Learning	Knowledge	Significant improvement from T0 to T3 (p < .01)	Theme 4 – Comparison with classical simulation “I learned consultation just as much as in classical simulation.”	Quant gains reinforced by perceived equivalent learning effectiveness
	Communication skills	Significant improvement (p < .01)	Theme 4 – Comparison with classical simulation “I didn’t think I could communicate so well remotely!”	Development of communication-driven competencies well supported online
	Consultation skills	Significant improvement (p < .01)	Theme 4 – Comparison with classical simulation “Consultations work very well in telesimulation.”	Better participation and active engagement may explain performance gains
	Self-efficacy	Improved (p < .05)	Theme 6 –Learning factors “I feel more confident in how I handle the consultation.”	Improved perception of capability aligns with measured progress
	Overall mastery	Increased perceptions of competence	Theme 6 –Learning factors “Small group helps us dare to speak more.”	Social context supports self-efficacy and competence development

Limitations		Theme 2 –Challenges and limitations of telesimulation <i>“We can’t see non-verbal cues.”</i> <i>“Technical issues break the rhythm.”</i>	Skill development limited for relational nuance and physical cues
Future perspectives		Theme 5 – Perspectives on integration into the curriculum <i>“It should be combined with in-person simulation.”</i>	Supports curricular integration in a blended model

4. DISCUSSION

This study assesses the impact of telesimulation training compared to traditional simulation training on the consultation skills of APN students and analyzes students’ perceptions of this innovative educational approach.

4.1. Comparison between simulation and telesimulation training

The findings indicate improvements in student skills and knowledge in both the telesimulation and traditional simulation groups. These findings are supported by several studies addressing various scenarios beyond consultations (10). For example, research on critical care training for medical students has demonstrated learning benefits with both methods (33). Other studies examining neonatal resuscitation, trauma care, teamwork, and procedural skills have also reported similar findings (10,34,35). Notably, there is no evidence indicating that telesimulation results in inferior learning outcomes compared with traditional simulation (33). Simulation and telesimulation yield similar learning outcomes because both modalities provide interactive, experiential learning environments that engage students in active problem-solving, decision-making, and skill development. Additionally, both methods leverage guided instruction, debriefing, and structured reflection to enhance retention and understanding.

Our study did not reveal statistically significant differences in perceived stress between the telesimulation and traditional simulation groups. However, the qualitative findings help explain the observed trend toward stress reduction within the telesimulation group over time. Several students reported feeling safer and more comfortable performing the simulation from home, describing telesimulation as less judgmental and allowing them to feel “more confident,” particularly when cameras were turned off. Similar findings have been reported in the literature, where students expressed lower stress and greater comfort in telesimulation contexts (36,37).

These perceptions suggest that telesimulation may contribute to psychological comfort during learning, although this mechanism remains insufficiently documented. Evidence shows that telesimulation can ensure psychological safety comparable to in-person simulation, particularly in remote settings (37), which could help explain students’ positive experiences in our study. The idea that a reduced sense of peer observation may alleviate stress is plausible but requires further investigation, as existing literature does not clearly demonstrate this effect in telesimulation environments. Future research should examine the mechanisms through which telesimulation may support psychological safety and learner confidence.

Regarding resources, telesimulation training uses fewer hardware resources such as simulation rooms, but the necessary human resources are similar to simulation sessions. In the literature, telesimulation offers distinct advantages in resource utilization compared to traditional simulation methods (7,16,35). It reduces the need for physical infrastructure, such as dedicated simulation rooms (16,35), by leveraging telecommunication technologies to deliver educational content remotely. This shift minimizes reliance on extensive hardware setups and physical space. However, it also necessitates robust technological resources (39), including a reliable internet connection and appropriate software platforms, to facilitate effective learning experiences (39). Both modalities demand the involvement of trained facilitators to guide the learning process and ensure educational objectives are met (40). A notable advantage of

telesimulation highlighted by students was the elimination of travel to the university, which they perceived as a considerable logistical benefit. Participants emphasized time-saving, improved accessibility, and better integration with online coursework as factors that increased feasibility and engagement in the learning process.

4.2. Telesimulation learning

In our study, students indicated the following factors as promoting their learning in telesimulation in telesimulation: immersion, small groups, facilitator quality and clear briefing. A previous study identified key success factors for telesimulation including adequate preparation, strong knowledge of technological advancements, small group sizes, and thorough briefings (41). The need for clear instructions before the exercise and for a trained and supportive facilitator help build the sense of realism and confidence. Indeed, in telesimulation, certain aspects of the patient are less perceptible than in-person simulation, hence the need for a precise briefing. The importance of being in small groups is also underlined as enhancing learning by fostering students' participation and increasing their confidence. Other studies have noted the positive effect of conducting telesimulation in small groups as it allows everyone to be active and express themselves freely (41,42); this approach ensures effective interaction between facilitators and learners while maintaining optimal learning quality (25).

Immersion is recognized as a key contributor to learning in simulation-based education (43). It describes the level to which the learner becomes involved in the simulation; a high degree of immersion indicates that the learner is treating the simulation as if it was a real-life event (44). Rather than depending on technology alone, immersion emerges from multiple elements such as realistic clinical cues, meaningful interaction, active participation, and the emotional investment of learners (45). In telesimulation, students in our study reported feeling unexpectedly "immersed" despite being at home, suggesting that appropriate design and facilitators can maintain learner presence and focus even at a distance. This is consistent with

previous reports which described telesimulation as providing an “immersive educational experience”, even when learners were geographically dispersed (46). In that setting, live patient-actor interactions, real-time vital signs, and faculty-led debriefing helped to recreate many of the cognitive and emotional aspects of in-person simulation, suggesting that telesimulation can sustain comparable levels of engagement, presence, and psychological safety (46).

These learning facilitators are well recognized in traditional simulation, but our results suggest they may play an even more critical role in telesimulation. The Healthcare Simulation Standards of Best Practice by the International Nursing Association for Clinical Simulation and Learning (INACSL) (25) also highlight these essential elements in traditional simulations. Simulation modality must be considered to ensure that the process is adapted to the pedagogical objectives, but this modality does not in itself guarantee learning (40). A whole series of factors must be considered to ensure that participants learn. These parameters should be carefully considered, from the design to the implementation of telesimulation, to maximize pedagogical impact.

4.3. Implementation of telesimulation training

The students in this study were in favor of telesimulation as an effective pedagogical method for teaching consultation. They also highlighted its potential for training in other domains such as motivational interviewing, breaking bad news, and conflict management. Telesimulation may thus be a valuable tool to teach cognitive and communicative skills, supporting its integration into advanced practice nursing curricula (10). The integration of telesimulation into APN programs should not be viewed as a substitute for traditional simulation but rather as a complementary tool. Combining telesimulation and traditional simulation alongside other more conventional teaching strategies would diversify the learning experience and enhance its pedagogical impact (10,33). Telesimulation cannot entirely replace in-person training when the objective is technical or procedural performance (10). The qualitative findings of this study

confirm this, with students favoring the integration of telesimulation alongside standard simulation in curricula. Furthermore, combining in-person simulation with other traditional training methods may enhance student competencies, knowledge, and retention (33). As Baudrillard argued, simulation can eventually substitute for reality itself, creating a simulacrum (47). In telesimulation, this dynamic may be even more pronounced as not only is the situation simulated, but the physical co-presence of the trainer and learner is removed. The body central to care and human interaction tends to fade, replaced by screens, images, and digitized communication (48). As such, simulation results in a move from an embodied experience to a technologically mediated one (49). From this perspective, telesimulation could be seen as contributing to a certain “disembodiment” of learning. Telesimulation should not only be integrated with traditional simulation but also regularly anchored with real-life practice. A triple convergence between telesimulation, simulation, and clinical practice may be necessary to ensure that we do not lose the embodied, relational, and contextual depth of nursing.

Several limitations emerged from our qualitative analysis, such as lack of realism, connection issues, and reduced opportunities to practice physical tasks. To mitigate these challenges, students in this study suggested adapting the briefing and scenario to telesimulation and improving network infrastructure. For example, it is important to inform students before the simulation about the software used and to ensure that they have a strong internet connection (26). Learning objectives, debriefing structure, and briefing modalities should all be tailored to the telesimulation format to help reduce perceived artificiality (50).

A last point of consideration for this implementation concerns the telesimulation mode. A variety of videoconferencing software and simulation modalities, such as mannequins, standardized patients, and 3D interactive environments, have been used for telesimulation (10). Previous studies have demonstrated similar learning effectiveness between the use of virtual environments and mannequin-based telesimulation (51). The choice of modality must be based

on an assessment of the cost–benefit ratio and on the pedagogical objectives. It would be interesting to analyze these different approaches to identify which are most effective for achieving different types of learning objectives.

5. LIMITATIONS

This study has several limitations. The primary limitation is the small sample size; according to power calculations, the study should have included 32 students to achieve adequate statistical power. This limitation may explain the nonsignificant results and restrict the generalizability of the findings. The second shortcoming relates to the potential influence of other courses or internships attended by students during the study period. The improvements observed between the pre-test and post-tests may not reflect the sole impact of the training provided. Finally, stress evaluation was based on a simple numerical scale, which may introduce perceptual bias.

6. CONCLUSION

Telesimulation is as effective as traditional simulation for improving consultation skills in APN students. The findings of this research demonstrate significant improvements in knowledge, skills, and self-efficacy in telesimulation, supporting the integration of telesimulation into APN education. Telesimulation revealed a trend toward reduced perceived stress. Key learning factors include immersion, small groups, clear briefings, and skilled facilitator. Adopting a blended approach that integrates telesimulation and classical simulation with traditional learning could optimize the benefits of both methods. This triple-hybrid strategy addresses the need for learning while leveraging the accessibility and scalability of telesimulation.

7. REFERENCES

1. Elendu C, Amaechi DC, Okatta AU, Amaechi EC, Elendu TC, Ezech CP, et al. The impact of simulation-based training in medical education: A review. *Medicine (Baltimore)*. 2024 July 5;103(27):e38813.

2. Nye C. State of Simulation Research in Advanced Practice Nursing Education. *Annu Rev Nurs Res.* 2020 Dec 1;39(1):33–51.
3. Bays AM, Engelberg RA, Back AL, Ford DW, Downey L, Shannon SE, et al. Interprofessional Communication Skills Training for Serious Illness: Evaluation of a Small-Group, Simulated Patient Intervention. *J Palliat Med.* 2014 Feb;17(2):159–66.
4. Chevalier S, Paquay M, Krutzen S, Ghuysen A, Stipulante S. Learning technical skills in simulation: Shared training for medical students and advanced practice nurses. *Clin Simul Nurs.* 2025 Jan;98:101663.
5. Curtis JR, Back AL, Ford DW, Downey L, Shannon SE, Doorenbos AZ, et al. Effect of communication skills training for residents and nurse practitioners on quality of communication with patients with serious illness: a randomized trial. *JAMA.* 2013 Dec 4;310(21):2271–81.
6. Nye C, Campbell SH, Hebert SH, Short C, Thomas M. Simulation in Advanced Practice Nursing Programs: A North-American Survey. *Clin Simul Nurs.* 2019 Jan;26:3–10.
7. McCoy CE, Sayegh J, Alrabah R, Yarris LM. Telesimulation: An Innovative Tool for Health Professions Education. *AEM Educ Train.* 2017 Apr;1(2):132–6.
8. Ghoman S, Cutumisu M, Schmölder GM. Using technology to bridge the gap for remote healthcare education during COVID-19. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn.* 2021;7(4):272–3.
9. Musa D, Gonzalez L, Penney H, Daher S. Technology Acceptance and Authenticity in Interactive Simulation: Experimental Study. *JMIR Med Educ.* 2023 Feb 15;9:e40040.

10. Yasser NBM, Tan AJQ, Harder N, Ashokka B, Chua WL, Liaw SY. Telesimulation in healthcare education: A scoping review. *Nurse Educ Today*. 2023 July;126:105805.
11. De Ponti R, Marazzato J, Maresca AM, Rovera F, Carcano G, Ferrario MM. Pre-graduation medical training including virtual reality during COVID-19 pandemic: a report on students' perception. *BMC Med Educ*. 2020 Dec;20(1):332.
12. Robinson-Reilly M, Irwin P, Coutts R, Slattery N. Adding telehealth simulation into NP programs. *Nurse Pract*. 2020 Mar;45(3):44–9.
13. Woolliscroft JO. Innovation in Response to the COVID-19 Pandemic Crisis. *Acad Med*. 2020 Aug;95(8):1140–2.
14. Diaz MCG, Walsh BM. Telesimulation-based education during COVID-19. *Clin Teach*. 2021 Apr;18(2):121–5.
15. Miledler LP, Bereiter M, Wegscheider T. Telesimulation as a modality for neonatal resuscitation training. *Med Educ Online*. 2021 Jan 1;26(1):1892017.
16. Shao M, Kashyap R, Niven A, Barwise A, Garcia-Arguello L, Suzuki R, et al. Feasibility of an International Remote Simulation Training Program in Critical Care Delivery: A Pilot Study. *Mayo Clin Proc Innov Qual Outcomes*. 2018 Sept;2(3):229–33.
17. Molloy MA, Zhao Y, Leonard C, Chen Y, Cadavero AA, Xing W, et al. Nursing Students From China and the United States: Learning Together Through Virtual Simulation. *Nurs Educ Perspect*. 2022 May;43(3):171–4.
18. Reece S, Johnson M, Simard K, Mundell A, Terpstra N, Cronin T, et al. Use of Virtually Facilitated Simulation to Improve COVID-19 Preparedness in Rural and Remote Canada. *Clin Simul Nurs*. 2021 Aug;57:3–13.

19. Roy O, Champagne J, Michaud C. [Competence of consultation]. *Infirm Quebec Rev Off Ordre Infirm Infirm Quebec*. 2003;10(6):39–44.
20. Kilpatrick K, Savard I, Audet LA, Costanzo G, Khan M, Atallah R, et al. A global perspective of advanced practice nursing research: A review of systematic reviews. Canzan F, editor. *PLOS ONE*. 2024 July 2;19(7):e0305008.
21. Diamond-Fox S. Undertaking consultations and clinical assessments at advanced level. *Br J Nurs*. 2021 Feb 25;30(4):238–43.
22. Htay M, Whitehead D. The effectiveness of the role of advanced nurse practitioners compared to physician-led or usual care: A systematic review. *Int J Nurs Stud Adv*. 2021 Nov;3:100034.
23. Hamric AB, Spross JA, Hanson CM. *Advanced Practice Nursing: An Integrative Approach* [Internet]. Saunders/Elsevier; 2009. Available from: <https://books.google.be/books?id=q9GfPwAACAAJ>
24. Barton GH. *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3rd Edition; International Student Edition) by John W. Creswell & Vicki L. Plano Clark. *Cogn Psychol Bull*. 2020;1(5):88–9.
25. Watts PI, Rossler K, Bowler F, Miller C, Charnetski M, Decker S, et al. Onward and Upward: Introducing the Healthcare Simulation Standards of Best Practice™. *Clin Simul Nurs*. 2021 Sept;58:1–4.
26. Thomas A, Burns R, Sanseau E, Auerbach M. Tips for Conducting Telesimulation-Based Medical Education. *Cureus*. 2021 Jan 4;13(1):e12479.

27. Eppich W, Cheng A. Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation (PEARLS): Development and Rationale for a Blended Approach to Health Care Simulation Debriefing. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2015 Apr;10(2):106–15.
28. Burt J, Abel G, Elmore N, Campbell J, Roland M, Benson J, et al. Assessing communication quality of consultations in primary care: initial reliability of the Global Consultation Rating Scale, based on the Calgary-Cambridge Guide to the Medical Interview. *BMJ Open*. 2014 Mar;4(3):e004339.
29. Pagano MP, O’Shea ER, Campbell SH, Currie LM, Chamberlin E, Pates CA. Validating the Health Communication Assessment Tool© (HCAT). *Clin Simul Nurs*. 2015 Sept;11(9):402–10.
30. Johnston S, Coyer FM, Nash R. Kirkpatrick’s Evaluation of Simulation and Debriefing in Health Care Education: A Systematic Review. *J Nurs Educ*. 2018 July;57(7):393–8.
31. Markauskaite L, Carvalho L, Damşa C. Ecological perspectives on learning and methodological implications for research. In: *Re-theorising Learning and Research Methods in Learning Research* [Internet]. 1st ed. London: Routledge; 2023 [cited 2025 Dec 8]. p. 30–46. Available from: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781003205838/chapters/10.4324/9781003205838-3>
32. Braun V, Clarke V. Using thematic analysis in psychology. *Qual Res Psychol*. 2006 Jan;3(2):77–101.
33. Nagdee N, Sebothoma B, Madahana M, Khoza-Shangase K, Moroe N. Simulations as a mode of clinical training in healthcare professions: A scoping review to guide planning in speech-language pathology and audiology during the COVID-19 pandemic and

- beyond. *South Afr J Commun Disord Suid-Afr Tydskr Vir Kommun.* 2022 Aug 2;69(2):e1–13.
34. Heffernan R, Brumpton K, Randles D, Pinidiyapathirage J. Acceptability, technological feasibility and educational value of remotely facilitated simulation based training: A scoping review. *Med Educ Online.* 2021 Dec;26(1):1972506.
 35. Mileder LP, Bereiter M, Wegscheider T. Telesimulation as a modality for neonatal resuscitation training. *Med Educ Online.* 2021 Dec;26(1):1892017.
 36. Paignon A, Nunno Paillard C, Picchiottino P. Télésimulation, une modalité d'apprentissage innovante pour les étudiantes sages-femmes. *Sages-Femmes.* 2022 Mar;21(2):49–51.
 37. Khoury JA, Assani D, Vandette MP, Denis-LeBlanc M, Burnier I, Fotsing S. Medical Students' Perception of Telesimulation Training: A Qualitative Analysis. *J Med Educ Curric Dev.* 2024 Jan;11:23821205241247371.
 38. Reece S, Grant V, Simard K, Johnson M, Robinson S, Mundell AD, et al. Psychological safety of remotely facilitated simulation compared with in-person-facilitated simulation: an *in situ* experimental controlled trial. *Int J Healthc Simul.* 2022 Aug 3;ijaa031.
 39. Cruz-Panesso I, Perron R, Chabot V, Gauthier F, Demers MM, Trottier R, et al. A practical guide for translating in-person simulation curriculum to telesimulation. *Adv Simul.* 2022 Dec;7(1):14.
 40. Verkuyl M, Violato E, Southam T, Lavoie-Tremblay M, Goldsworthy S, MacEachern D, et al. Facilitators' experiences with virtual simulation and their impact on learning. *Adv Simul.* 2024 Dec 31;9(1):54.

41. Marshall J, Raatz M, Ward EC, Penman A, Beak K, Moore M, et al. Development and Pilot Testing of Telesimulation for Pediatric Feeding: A Feasibility Study. *Dysphagia*. 2023 Oct;38(5):1308–22.
42. Ray JM, Wong AH, Yang TJ, Buck S, Joseph M, Bonz JW, et al. Virtual Telesimulation for Medical Students During the COVID-19 Pandemic. *Acad Med*. 2021 Oct;96(10):1431–5.
43. Conrad M, Kablitz D, Schumann S. Learning effectiveness of immersive virtual reality in education and training: A systematic review of findings. *Comput Educ X Real*. 2024;4:100053.
44. Lioce L, editor. *Healthcare Simulation Dictionary* [Internet]. Second. Agency for Healthcare Research and Quality; 2020 [cited 2025 Mar 11]. Available from: <https://www.ahrq.gov/patient-safety/resources/simulation/terms.html>
45. Makransky G, Petersen GB. The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): a Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. *Educ Psychol Rev*. 2021 Sept;33(3):937–58.
46. Nadarajan GD, Freeman KJ, Wan PW, Lim JH, Fernandez AR, Wong E. Emergency medicine clerkship goes online: Evaluation of a telesimulation programme. *Asia Pac Sch*. 2021 July 13;6(3):56–66.
47. Baudrillard, Jean. *Simulacres et Simulation*. Editions Galilée. France;
48. Le Breton D. *La saveur du monde* [Internet]. Editions Métailié; 2006 [cited 2025 Dec 10]. Available from: <http://www.cairn.info/la-saveur-du-monde--9782864245643.htm>

49. Riva G, Wiederhold BK, Mantovani F. Neuroscience of Virtual Reality: From Virtual Exposure to Embodied Medicine. *Cyberpsychology Behav Soc Netw*. 2019 Jan;22(1):82–96.
50. Decker SI, Anderson M, Boese T, Epps C, McCarthy J, Motola I, et al. Standards of Best Practice: Simulation Standard VIII: Simulation-Enhanced Interprofessional Education (Sim-IPE). *Clin Simul Nurs*. 2015 June;11(6):293–7.
51. Liaw SY, Sutini, Chua WL, Tan JZ, Levett-Jones T, Ashokka B, et al. Desktop Virtual Reality Versus Face-to-Face Simulation for Team-Training on Stress Levels and Performance in Clinical Deterioration: a Randomised Controlled Trial. *J Gen Intern Med*. 2023 Jan;38(1):67–73.
52. Jeffries P, Rizzolo M. Student Satisfaction and Self-confidence in Learning [Internet]. National League for Nursing; 2005. Available from: <https://www.nln.org/education/teaching-resources/tools-and-instruments>
53. Jeffries P, Rizzolo M. Simulation Design Scale. National League for Nursing; 2005.

Article 3.

Chevalier, S., Paquay, M., Goffoy, J., Servotte, J. C., Stipulante, S., & Ghuysen, A. (2023). Impact of virtual reality on performance among undergraduate healthcare professionals: A cross-sectional study. *International Journal of Healthcare Management*, 1–10.

Impact of Virtual Reality on Performance Among Undergraduate Healthcare Professionals: A Cross-Sectional Study

Abstract

In recent years, Virtual Reality (VR) has been increasingly used to train healthcare professionals. However, certain aspects of its application, such as the relationship between VR environments, training, and Sense of Presence (SoP), have yet to be explored. SoP impacts learners' performances in certain learning situations, whereas in others, it does not. This study aimed to investigate the impact of VR, including SoP, on immersive mass incident simulation performances. A cross-sectional study was performed by immersing 83 undergraduate students (ambulance attendants, student nurses, and medical students) in a VR simulation. Questionnaires were administered before, during, and after the simulation to assess variables impacting non-technical skills. The results revealed that SoP was not associated with performance ($p = 0.66$). However, performance was associated with the learners' perceptions of the VR environment ($p = 0.008$). Therefore, the impact of environmental perception on performance should be considered, allowing instructors to promote optimal training in VR. Moreover, SoP may impact performance in certain types of learning, like emotional skills training. Thus, VR should be chosen as a simulation modality to encourage reflexivity through rapid feedback and learning skills in the affective domain.

Keywords: numerical simulation; aptitude; disaster medicine; teaching; education

1. Introduction

The use of virtual reality (VR) technology, which allows users to immerse themselves in a simulated environment via multiple technological interfaces (e.g., headsets and controllers), has progressively increased in the tourism, video games, and healthcare industries [1]. VR applications in the medical field are numerous and have been continuously developed since the 1990s [2]. This technology plays an important and beneficial role in therapeutics (e.g., mental illness treatment, motor rehabilitation, and pain management) [3–5] and professional training (e.g., anatomical education, surgical training [6,7], and education [8–10]). From an educational perspective, VR learning is favourable because of the engagement and motivation it generates among students [11]. While it has been described as a ‘21st-century learning aid’ and highlighted as a key element in nursing education by the National Council of State Boards of Nursing [12], many aspects of VR’s potential and limits have yet to be explored, including how it can help achieve specific learning objectives in various populations [10].

Numerous studies have investigated VR’s effectiveness in training. However, the findings have been diverse, primarily due to most of these studies being qualitative or descriptive, often focusing on a specific type of learner [13]. Recent studies have not been able to demonstrate the clear superiority of VR over traditional methods or high- or low-fidelity mannequins for skill acquisition and performance improvement [12]. Furthermore, a recent study found that participants’ task performances remained unaffected by the choice of training method, whether 2D-video or VR-based training [13]. Hence, the specific design of the simulation does not seem to exert a discernible influence on learners’ performances. By contrast, the concept of Sense of Presence (SoP) emerged as a significant factor in VR research. During VR training, SoP exhibited strong correlations with all measured aspects of performance [13]. SoP is defined as ‘a state of consciousness based on the perception of being there in VR environments’ [14]. In prior research, participants who experienced higher SoP appeared to perform better than those

with lower SoP scores [13]. These previous results suggest that developing VR environments that promote a strong SoP among learners could improve user performance during VR-based training [13]. A previous study also established a link between SoP and learning [15]. In this study, students experienced heightened levels of SoP in immersive VR. However, these increased SOP levels were associated with reduced learning outcomes and an heavier cognitive load [15].

While SoP initially seemed to be the solution to the VR method's limitations in terms of learning, latest research presents a far more nuanced perspective. Based on recent literature, in certain learning scenarios, higher SoP influences learners' performances, whereas in other contexts, greater SoP levels appear to have no discernible impact. The literature has not provided a clear consensus on the link between learning, specific performances, and SoP. Therefore, further research is needed to delve into the intricate interplay between SoP and performance outcomes, thus paving the way for optimised and tailored instructional methodologies in various educational contexts. Another recurrent methodological limitation is the predominant reliance on qualitative or descriptive research methodologies. Many studies in this domain have prioritised qualitative investigations, potentially missing out on quantitative insights that could provide a more nuanced understanding of the dynamics of SoP. Additionally, the examination of VR and SoP has largely been limited to specific population groups (mostly nursing students). While this approach has yielded valuable insights into how SoP operates within these particular contexts, it has simultaneously ignored potential variations and the generalizability of SoP experiences across diverse demographic and user groups. To overcome these limitations, there is a need to strive for a more balanced mix of quantitative and qualitative approaches while embracing a broader spectrum of target populations. This comprehensive approach is crucial to advancing the understanding of the role and applications of SOP in VR based training.

Given the lack of clear consensus in the existing literature, it is imperative to examine the nuanced relationship between SoP and different skill domains to fully unlock the potential advantages of immersive learning environments (16). The influence of SoP on performance appears to be intricately tied to the specific nature of the skills assessed, which raises the pertinent question of whether heightened SoP uniformly enhances technical and non-technical skills. Our study is innovative in its objective to gain a deeper comprehension of the intricate relationship between VR, SoP, and specific performance aspects particularly non-technical skills within the training of three distinct populations of healthcare professionals, thus adding a valuable layer of diversity and applicability to past findings. These findings led to the present cross-sectional study, which aims to investigate the impact of VR, including SoP, on the performance of non-technical skills (decision-making) in an immersive mass incident simulation (MCI-IS) among undergraduate health professionals (nurses, ambulance attendants, and medical doctors [MDs]).

2. Methods

2.1 Design

A cross-sectional study was performed to address the following research questions: 1) What is the impact of VR, including SoP, on non-technical skills (decision-making) in an MCI-IS?; 2) What is the impact of participants' socio-professional, internal, and experiential factors on their VR performance?

Our central research hypothesis is that a positive perception of the VR environment and high SoP will positively impact the non-technical performance of healthcare professionals in VR training. This study complements a previous study by Paquay et al. [16]. The aim of the study was to determine the extent to which users' social and internal factors can influence SoP.

2.2 Mass-Casualty Incident-Immersive Simulation

2.2.1 Design

The simulation design was carried out and analysed by a group of experts in simulation, disaster medicine, and psychology in accordance with international standards of best practice for simulationSM [17]. The simulation employed the MCI-IS derived from the Sierre coach crash incident. This school coach accident in the Sierre tunnel in Switzerland claimed the lives of 2 drivers, 4 teachers and 22 children. The general objective of this simulation was to triage victims using the simple triage and rapid treatment (START) system (with three coloured tags: red, yellow, and black). The adapted MCI-IS scenario underwent validation for its fidelity and relevance by three experts specialising in mass-casualty incidents (MCI). Connexence®, a VR company, developed the programming for the simulation.

2.2.2 Pre-simulation

Before the simulation day, students received an e-learning module by mail, which covered pre-triage theory and disaster medicine principles. On the day of the simulation, two simulation instructors, one of whom was an emergency management expert, were present. In order to promote psychological safety, the pre-briefing session played a crucial role in providing a clear understanding of the objectives of the study and creating an environment where mistakes were not only accepted but also encouraged as valuable learning opportunities. The equipment and the different interactions during the simulation were then presented and explained, and the students had the opportunity to test the VR equipment before the simulation began.

2.2.3 Immersion

Participants were individually immersed in the VR environment to become familiar with the equipment. When ready, participants were teleported to the entrance of the crashed coach to begin triage. Learners could approach the victims and assign triage colour tags. During the

simulation, participants could interact with the facilitators and inquire about the patient's consciousness and respiratory and heart rate. The controllers provided vibration feedback to simulate the pulse of the victims. Using the joysticks, participants could also undress some of the victims to identify injuries and help with triage. The time taken to triage the victims was recorded for each participant.

2.2.4 Debriefing

After the immersion session, simulation instructors performed a debriefing based on the framework for promoting excellence and reflective learning in simulation [18]. The elements of the debriefing were not included in the results of the study but were used as indicators for the discussion.

2.3 Recruitment

This study used a nonprobability convenience sampling method to select participants from three healthcare professional groups: medical students, ambulance attendants, and nursing students. Participants' selection was based on their availability and accessibility within various educational institutions, specifically the Centre for Medical Simulation at the University of Liège for medical students, the Namur Nursing Students' High School for nursing students, and the Namur Ambulance Attendants' Training Centre. All students present on the day of the simulation were included in the study. Prior to the simulation day, each group was briefed by a researcher who provided details on the study.

2.4 Data Collection

2.4.1 Planning

Data collection took place from October 2019 to March 2020, and data were collected through paper questionnaires. These questionnaires concerned socio-professional factors, factors internal to the participants, factors linked to their experience, and factors linked to the characteristics of VR. The different stages of the study are shown in the table below.

Table 1. *Different stages of the study*

Timeframe	Before the simulation day	Day of simulation				
		Pre-briefing session	Briefing session	Immersion	Post-simulation	Debriefing
Activity description	Theoretical preparation for simulation training	<ul style="list-style-type: none"> - Presentation of the simulation rules -Promote psychological safety 	<ul style="list-style-type: none"> - Provide a clear understanding of objectives - Test the VR equipment 	<ul style="list-style-type: none"> - VR simulation 		
Support used and variables assessed	E-learning module	Pre-simulation questionnaires: <ul style="list-style-type: none"> - Level of knowledge - Socio-professional data - Propensity of immersion - Stress level 		Variables during simulation: <ul style="list-style-type: none"> - Non technical performance (decision making) - Triage time 	Post-simulation questionnaires: <ul style="list-style-type: none"> - Stress level - The VR environment - Coping - Decision-making - VR sickness - Sense of presence 	

2.4.2 Assessment instruments: pre-simulation variables

- *Level of knowledge*

A theoretical questionnaire about the START algorithm was created and pre-tested by experts in simulation and disaster medicine. The students were required to fill in the algorithm diagram with missing words (one word per box). If they gave the correct answer, they were awarded 1 point. However, the point was not awarded if they gave the wrong answer. The total possible score was 6 since there were only six words to find. The score was then calculated out of 10 points using the following formula: $\text{points}/6 \times 10$.

- *Socio-professional data*

A socio-professional questionnaire was created and pre-tested. The questionnaire focused on social characteristics, clinical experience, level of education, and simulation experience.

- *Propensity of immersion*

The validated French adaptation of the Immersive Tendencies Questionnaire [19], the *Questionnaire sur la Propension à l'Immersion* (ITQF), was used to determine the ability of individuals to immerse themselves in VR. The questionnaire was divided into four sub-scales: involvement, emotion, focus, and play. Students were asked to rate each of the 18 included items on a scale from 1 to 7 (1 = not at all; 7 = entirely) [16].

2.4.3 Assessment Instruments: variables during simulation

- *Non-technical performance (decision-making)*

Non-technical performance refers to the triage decisions made by students during the simulation. To assess this performance, we observed the tag assigned to the victim for each participant during the simulation. Each participant was assigned a score of +1 if the tag was deemed accurate and 0 if the tag was incorrect. Since only six victims were sorted, the total possible score was 6, which was converted to a score based on 10 points for calculation purposes. The score was converted using the following formula: $\text{points}/6 \times 10$.

- *Triage time*

The number of seconds the participants required to triage all the victims during the simulation was timed. When the participants felt they had finished the exercise, they said, ‘Stop’, and the instructor stopped the timer.

2.4.4 Assessment Instruments: post-simulation variables

- *Stress level*

Participants assessed their stress levels using a self-reported scale and the Mental Readiness Form (MRF) [20], which comprised four sub-scales. The first was a visual analogue scale (VAS) that measured participants’ stress levels on a level from 0 to 10 before and after the simulation. A score of 0 corresponded to no stress, while a score of 10 corresponded to the maximum level of perceived stress. The remaining three VASs measured thoughts (serene VS worried), body (relaxed VS tensed), and feelings (confident VS scared). The total score for these scales was 40.

- *The VR environment*

One multiple-choice question assessed the impact of the environment on triage capabilities. Participants were given a choice between three response modalities: positive, neutral, and negative. Experts in simulation and disaster medicine validated the relevance of this questionnaire using a Likert scale (1 = not very relevant to 5 = very relevant) and were asked to justify why the score was less than 3. The questionnaire was validated if the average score was ≥ 4 .

- *Coping*

The Ways of Coping Checklist (WCC) scale, consisting of 27 items with four possible answers (no = 1, somewhat no = 2, somewhat yes = 3, and yes = 4), was validated in French [21]. The 14 items were scored from 1 to 4, and the scale was divided into three parts problem-focused,

emotion-focused, and support-focused to give the final scores. The category with the highest score was chosen to determine the participant's coping style.

- *Decision-making*

The ‘*Inventaire rationnel-expérientiel*’ [22] is the French-language-validated adaptation of the Rational-Experiential Inventory (REI) [23]. The scale comprised 40 items scored from 1 to 5 (1 = completely false to 5 = completely true). Twenty items were used to measure rationality thinking styles, while the remaining 20 addressed the intuitive thinking styles. This scale enabled us to identify whether decision-making processes were based on rationality, intuition, and experience. The final scores were ranked to determine the category with the highest score.

- *Virtual reality sickness*

The French-language adaptation [24] of the Simulator Sickness Questionnaire was used to monitor students’ possible side effects during the simulation. It comprised 16 items that participants chose from four possible answers: not at all (0), a little (1), moderately (2), and severely (3). The total score on this scale varied between 0 (low VR sickness) and 48 (high VR sickness).

- *Sense of presence*

The SoP was measured using the Questionnaire of SoP (PQ-F) [19]. This is the validated French-language adaptation of the Presence Questionnaire. The scale was divided into two parts during exposure and after exposure comprising 38 items. Participants chose a score for each item between 1 (strongly disagree) and 5 (strongly agree). The total score on the scale ranged from 38 (low SoP) to 190 (high SoP).

2.6 Statistical Analysis

Rx64 Commander® (version 3.5.1) was used to perform all statistical analyses. Descriptive statistics were performed to describe the sample characteristics. Quantitative variables with a

normal distribution were reported as means and standard deviations, skewed variables were reported as medians and interquartile ranges, and categorical variables were expressed as frequencies and percentages. Univariate analyses were conducted using variables with normal distributions while using non-parametric tests for skewed variables. The Spearman's rank correlation coefficient, Mann-Whitney U, and Kruskal-Wallis were primarily used to measure the association between the different variables and performance. The homogeneity of the three groups was checked using Levene's test. The alpha level was set at a standard level of 5% for all statistical interpretations.

3. Results

3.1 Study Sample

Table 2 summarises general characteristics of the studied population.

Table 2. *Study sample*

Variables	Conditions	Median (P25-P75) Mean +- SD	Number (%)
Performance			
Triage score (out of 10)		10 (8-10)	82
Socio-professional variables			
Age (in years)		24 (22-27)	82
Gender	Men		30 (37)
	Women		52 (63)
Background	Doctor		24 (29)
	Paramedics		24 (29)
	Nurses		35 (42)
Experience variables			
START knowledge (out of 10)		10 (8-10)	82
Clinical experience	No		39 (49)
	Yes		41 (51)
Disaster medicine training	No		29 (35)
	Yes		53 (65)
Disaster medicine simulation	No		60 (74)
	Yes		21 (26)
Triage time (in seconds)		135 (113-171)	82
VR experience	No		60 (73)
	Yes		22 (27)
Internal variables			
Stress before the simulation (of 40)		15.74+-7.34	72
Stress after the simulation (of 40)		11 (7-19)	80
Coping style	Focused on emotions		4 (5)
	Focused on the problem		76 (95)
	Focus on support social		0 (0)
Intuitive or rational decision	Intuitive		28 (35)
	Rational		52 (65)
Immersion propensity (out 126)		69.79+-13.87	82
VR variables			
Perception of environment	No		8 (10)
	Yes		51 (62)
	Neutral		23 (28)
Cybersickness (out 48)		19 (17-22.75)	82
Sense of presence (out 190)		145.32+-19.87	81

SD= Standard Deviation, START = Simple Triage And Rapid Treatment; VR = virtual reality

The study population consisted of 83 undergraduate students immersed in the MCI VR simulation with an average age of 24. The group comprised 24 doctors, 24 paramedics, and 35 nurses in training.

3.2 Relationship Between Performance Level (Decision-Making) and VR Variables

The associations between the variables SoP, VR sickness, and performance are shown in the table below.

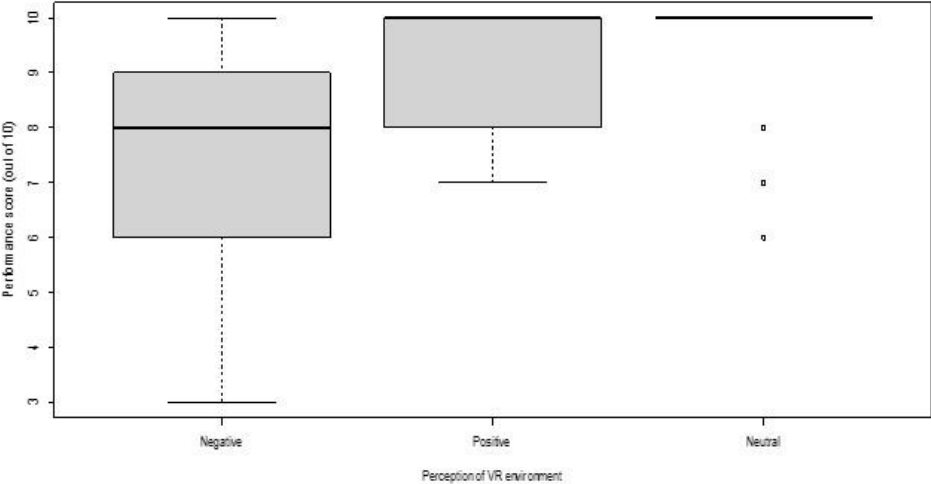
Table 3. Association between VR variables and performance

Variables	R coefficient	R ²	P-value
VR sickness	0.04	0.0016	0.73
Sense of presence	0.02	0.0004	0.66

VR = virtual environment

VR sickness and SoP were not associated with performance. However, the results showed a significant association between the VR environment and performance ($p = 0.008$), as illustrated in the figure below.

Figure 1. Association between performance score and perception of the VR environment



Students with a favourable perception of the VR environment seemed to outperform those with a negative perception.

3.3 Relationship Between Performance Level (Decision-Making) and Other Variables

3.3.1 Socio-professional variables

Socio-professional variables such as age ($p = 0.94$), gender ($p = 0.22$), and level of education ($p = 0.80$) were not associated with decision-making performance.

3.3.2 Experience variables

START knowledge ($p = 0.21$), clinical experience ($p = 0.83$), disaster medicine training ($p = 0.75$), simulation experience ($p = 0.66$), triage time ($p = 0.95$), and VR experience ($p = 0.66$) were not associated with decision-making performance.

3.3.3 Internal variables

Stress before ($p = 0.24$) and after ($p = 0.77$) the simulation was not associated with decision-making performance. Coping ($p = 0.75$), intuitive or rational decisions ($p = 0.41$), and the propensity for immersion ($p = 0.19$) were also not associated with decision-making performance.

4. Discussion

Our study aimed to evaluate the impact of VR, particularly SoP, on the performance of non-technical skills among undergraduate health professionals. Our findings offered a partial confirmation of our initial hypothesis that a positive perception of the VR environment and high SoP will positively impact the non-technical performance of healthcare professionals in VR training. In this discussion, we meticulously examine these results, probing the intricate interplay between VR, SoP, and the enhancement of non-technical skills. Our study distinguishes itself by providing a more comprehensive understanding of the relationship between the VR environment, including SoP, and the performance of non-technical skills within

three distinct groups of health professionals in training. The perceptual aspects of the VR environment significantly contributed to the improvement of these specialised, non-technical skills. We also found that SoP did not substantially impact this facet of non-technical performance, specifically decision-making in disaster medicine. Thus, this observation adds depth to the existing literature while underscoring the innovation and relevance of our study.

Our methodology boasts distinctive strengths, notably a quantitative nature and the use of comparable groups, which set it apart from many existing studies. While the literature has often leaned towards qualitative investigations and employed smaller, less comparable populations, our approach prioritises quantitative insights and involves a more extensive and diverse sample of healthcare professionals. This quantitative aspect provides statistical rigour and facilitates robust analyses, enabling us to draw clearer conclusions regarding the impact of SoP on performance outcomes.

4.1 Performances and VR Environment

4.1.1 Perception of the VR environment

This research identified the perception of the VR environment as a factor that influenced specific performance for the three groups of undergraduate healthcare professionals. Students with a positive perception of VR environment performed significantly better than students with a negative perception. Students justified this positive perception in particular by the realism of the VR environment. A recent study indicated that performance (memory, task execution, etc.) is positively influenced by the objective realism of the environment [25]. However, these performances involved general non-medical skills. Other studies have focused on the feelings of participants in VR training [26,27]. VR can increase positive emotions (e.g., interest, amusement, surprise, and elatedness) and decrease negative emotions (e.g. sadness, anger, fear, anxiety, and disgust) among participants [26]. These positive emotions are linked to better

performance, as in our study, due to the improvement in cognitive processes [26,28] and engagement [26]. The enjoyable nature and potential for gamification of VR also encourage student engagement and learning [29]. Realism and enjoyable nature (e.g., colours, atmosphere, and potential interactions) are two elements to consider when designing a VR environment to maximise learning for non-technical performance (R 1.3 + R 1.4). The designers must aim to reproduce reality as much as possible by considering the resolution of the image, the quality of the helmet, the position and movements of the participant, and other environmental elements. Therefore, the choice of simulation modality (VR or other) must be carefully considered according to the learning objectives and expected performance of the participants.

4.1.2 Sense of presence

In our study, SoP did not appear to impact learners' non-technical performances. However, SoP seems to play a key role in performance [13] in certain specific learning contexts, with no clear consensus in the literature. A systematic review generally investigated this subject using research from the last 24 years not specific to the health sector [30]. The conclusion was that this relationship is complex, with no clear consensus between SoP and learning outcomes [30]. However, SoP seems to positively influence learning outcomes when the user is acclimatised to VR [30]. This positive relationship also seems to occur more in the affective learning domain rather than the cognitive or psychomotor domains [30]. These results could explain why SoP is not always associated with performance, particularly for cognitive or psychomotor performance such as decision-making (as in our study). The authors of this systematic review added that the relationship between SoP and learning was more frequent when the researchers used several instruments to assess this learning [30], which could also explain the lack of association between SoP and performance in our study, where we only used one instrument to measure performance. Therefore, we can conclude that VR is better adapted to certain types of learning (e.g. improve empathy in simulated bad news scenarios) [30] and developing affective skills

related to controlling emotional responses to stressful situations [31] (R 1.2). While the concept of SoP has been extensively examined in the context of VR, it is essential to recognise that this phenomenon may also manifest to varying degrees in other simulation modalities, including high-fidelity simulations and decontextualised scenarios. Although research has traditionally focused on SoP primarily within VR, it is increasingly evident that this psychological state can extend beyond immersive virtual environments. This finding prompts us to explore the potential influence of SoP across a spectrum of simulation modalities. The existing literature on SoP in VR simulations is marked by a lack of consensus regarding its precise impact on learning outcomes. This ambiguity underscores the complexity of the relationship between SoP and educational effectiveness within immersive VR settings. Consequently, it becomes all the more intriguing to investigate how SoP operates within different simulation contexts. By extending our inquiry to encompass diverse modalities of simulation, we aim to gain a more holistic understanding of the role of SoP in enhancing learning experiences. This exploration is not merely an academic exercise; it holds practical significance for educational professionals, instructional designers, and researchers. By discerning the presence and impact of SoP in various simulation modes, we can refine our approaches to simulation-based learning, tailor instructional strategies to harness the potential benefits of SoP, and ultimately optimise the educational experience. Thus, our study ventures beyond the confines of VR to unveil the broader implications of SoP in the realm of simulation-based training.

4.2 Performance and Participants' Socio-Professional, Internal, and Experiential Factors

4.2.1 Stress

Stress did not seem to influence performance in our study. This result can be explained by the fact that VR can promote stress reduction and performance improvement, particularly due to its immersive potential [32]. Conversely, in other studies, stress has been closely related to the

cognitive load of the participants, which negatively influences performance in simulation [32]. Disaster management is a complex task that induces a high cognitive load [32]. The VR environment can remove this cognitive load by controlling the simulation environment and scenario, as in our study (e.g. limiting the number of victims and surrounding noise, etc.) [32]. In doing so, the simulation should mitigate the stress response of the participants, especially for students not used to regular exposure to the simulation [32]. Hence, ensuring that the simulation difficulty is adapted to the expertise of the participants is critical [33] (R 1.5).

Psychological safety of learners during simulation is also crucial. During the debriefings of our study, many participants told us that they had anticipatory stress, but afterwards, they felt confident and reassured by the presence and support of the instructor [8] (R 2.3). According to international recommendations, psychological safety must be ensured to avoid excessive stress for learners [34,35]. Psychological safety in VR can also be achieved through group cohesion, open communication, and emotional expression [36]. Simulation preparation, allowing participants to make mistakes, and the support of the instructor are noted in the literature as three crucial elements for learners' psychological safety [35,37] (R 2.4) and stress reduction [38]. These preparations must be adapted to the participant's clinical and simulation experience to reduce their anxiety, contribute to psychological safety, and reinforce their clinical performance [39] (R 2.2). Therefore, stress management, learner preparation, and psychological safety are parameters to be considered in ensuring optimal learning.

4.2.2 Experience

Based on our results, VR experience did not appear to influence performance. This result differs from other studies, which found that the use of VR negatively impacted the learning experience, especially if learners had never used the modality [40]. By contrast, we found that participants' performances improved as they became more familiar with VR [40]. In addition, participants' stress responses and cognitive loads were reduced with increasing

exposure [32]. These results can be explained by the fact that students had a significant period to test the material and immerse themselves in another environment during the pre-briefing period. This simulation step, which focused on the technological aspects of the program, helped participants overcome learning barriers to using the technology [37]. Such pre-briefing is especially important when students are novices, as it allows them to better visualise the simulation and understand the expected performance [41] (R 2.1 + R2.2).

4.3 Recommendations and Implications for Practice

VR is becoming increasingly important in the training of healthcare professionals. It is, therefore, necessary to develop VR environments that allow for the development of optimal performance.

Based on the findings, the simulation experience, and the existing literature, we propose several recommendations for enhancing VR simulation training and improving participant performance. These recommendations, which are directly quoted and illustrated in the discussion section, offer valuable insights for managers seeking to incorporate VR into their training programmes. These recommendations are also summarized in Table 4.

Table 4. *Recommendations for the use of Virtual Reality*

1. Design of simulation scenario
R 1.1 Choice of simulation modality: VR promotes reflexivity through rapid feedback and repeated learning.
R 1.2 VR would therefore be better adapted to certain types of learning: affective domain.
R 1.3 Design a VR environment to create the perception of realism required for optimal participant engagement.
R 1.4 Pay attention to the enjoyable character of the environment (colours, potential interactions).
R 1.5 Adapting VR environment based on the experience of the participants.

2. Before simulation (preparation and pre-briefing)

R 2.1 Providing appropriate theoretical reminders to learners before the simulation.

R 2.2 Knowing in advance learners' VR experience and adapting the pre-briefing accordingly.

R 2.3 Instructors should ensure a positive attitude and support during the training session.

R 2.4 Guaranteeing the psychological safety of learners.

R = recommendation; VR = virtual reality

4.4 Limitations

In this study, a selection bias may have potentially existed within the sample, as all students in the same professional category were from the same school, thus limiting the variability of the participants. A second limitation may be related to the sample size since the field observations were stopped due to the coronavirus pandemic in March 2020. As such, a sample size calculation should have been carried out prior to the study. Instead, a post-hoc power calculation was performed after the study using G*Power software [42]. The statistical power obtained was 99% for a sample size of 81, an alpha risk of 0.05, and an effect size of 0.6 (for the test between the VR environment and the performance). Another possible bias may be related to the novice level of expertise among the participants and the adaptation of the environment to their level. Some parameters of the environment were limited due to the need to adapt to the participants' level of expertise, which may have potentially biased the relationship between experience and performance level. In addition, a mixed-methods design combining qualitative interviews or surveys with quantitative measures could have provided a more comprehensive view of SoP's impact on performance outcomes.

5. Conclusion

The present study aimed to better understand the impact of VR on the non-technical performance of future healthcare professionals. The results revealed that environmental perception was significantly associated with non-technical performance among participants. In other words, the students performed better when they positively perceived the VR environment.

Thus, realism and pleasantness should be prioritised when designing a VR training environment to enhance the educational experience of healthcare professionals. Preparation and pre-briefing are also crucial factors in promoting performance and psychological safety. This study also highlights that the SoP was not associated with non-technical performance in this group. SoP seemed to impact performance only in certain types of learning, such as the affective domain. VR would be better adapted to this domain and chosen as a simulation modality to encourage reflexivity through rapid feedback and learning that can be easily repeated (R 1.1).

6. References

- [1] Yildirim G, Elban M, Yildirim S. Analysis of Use of Virtual Reality Technologies in History Education: A Case Study. *Asian J Educ Train*. 2018;4:62–69. doi: 10.20448/journal.522.2018.42.62.69
- [2] Venkatesan M, Mohan H, Ryan JR, et al. Virtual and augmented reality for biomedical applications. *Cell Rep Med*. 2021;2. doi : 10.1016/j.xcrm.2021.100348100348.
- [3] Mekbib DB, Han J, Zhang L, et al. Virtual reality therapy for upper limb rehabilitation in patients with stroke: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Brain Inj*. 2020;34(4):456–465. doi: 10.1080/02699052.2020.
- [4] Ahmadpour N, Randall H, Choksi H, et al. Virtual Reality interventions for acute and chronic pain management. *Int J Biochem Cell Biol*. 2019;114. doi: 10.1016/j.biocel.2019.105568.
- [5] Park MJ, Kim DJ, Lee U, et al. A Literature Overview of Virtual Reality (VR) in Treatment of Psychiatric Disorders: Recent Advances and Limitations. *Front Psychiatry*. 2019;10. doi : 10.3389/fpsy.2019.00505.

- [6] Izard SG, Juanes JA, García Peñalvo FJ, et al. Virtual Reality as an Educational and Training Tool for Medicine. *J Med Syst.* 2018;42 (3):50. doi: 10.1007/s10916-018-0900-2.
- [7] Logishetty K, Rudran B, Cobb JP. Virtual reality training improves trainee performance in total hip arthroplasty: a randomized controlled trial. *Bone Jt J.* 2019;101-B(12):1585–1592. doi: 10.1302/0301-620X.101B12.BJJ-2019-0643.R1.
- [8] Servotte J-C, Goosse M, Campbell SH, et al. Virtual Reality Experience: Immersion, Sense of Presence, and Cybersickness. *Clin Simul Nurs.* 2020;38:35–43. doi: 10.1016/j.ecns.2019.09.006
- [9] Krokos E, Plaisant C, Varshney A. Virtual memory palaces: immersion aids recall. *Virtual Real.* 2019;23:1–15. doi : 10.1007/s10055-018-0346-3
- [10] Radianti J, Majchrzak TA, Fromm J, et al. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Comput Educ.* 2020;147. doi : 10.1016/j.compedu.2019.103778
- [11] Makransky G, Lilleholt L. A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educ Technol Res Dev.* 2018;66:1141–1164. doi : 10.1007/s11423-018-9581-2
- [12] Chen F-Q, Leng Y-F, Ge J-F, et al. Effectiveness of Virtual Reality in Nursing Education: Meta-Analysis. *J Med Internet Res.* 2020;22(9):e18290. doi: 10.2196/18290
- [13] Grassini S, Laumann K, Rasmussen Skogstad M. The Use of Virtual Reality Alone Does Not Promote Training Performance (but Sense of Presence Does). *Front Psychol.* 2020;11:1743. doi: 10.3389/fpsyg.2020.01743.

- [14] Sanchez-Vives MV, Slater M. From presence to consciousness through virtual reality. *Nat Rev Neurosci.* 2005;6 (4):332–339. doi: 10.1038/nrn1651.
- [15] Makransky G, Terkildsen TS, Mayer RE. Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learn Instr.* 2019;60:225–236. doi : 10.1016/j.learninstruc.2017.12.007
- [16] Paquay M, Goffoy J, Chevalier S, et al. Relationships Between Internal Factors, Social Factors and the Sense of Presence in Virtual Reality-Based Simulations. *Clin Simul Nurs.* 2022;62:1–11. doi : 10.1016/j.ecns.2021.09.006
- [17] Hallmark B, Brown M, Peterson DT, et al. Healthcare Simulation Standards of Best Practice™ Professional Development. *Clin Simul Nurs.* 2021;58:5–8. doi : 10.1016/j.ecns.2021.08.007.
- [18] Eppich W, Cheng A. Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation (PEARLS): Development and Rationale for a Blended Approach to Health Care Simulation Debriefing. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc.* 2015;10 (2):106–115. doi: 10.1097/SIH.0000000000000072.
- [19] Witmer BG, Singer MJ. Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence Teleoperators Virtual Environ.* 1998;7 (3) :225–240. doi : 10.1162/105474698565686
- [20] Krane V. The Mental Readiness Form as a Measure of Competitive State Anxiety. *Sport Psychol.* 1994;8(2):189–202. doi : 10.1123/tsp.8.2.189

- [21] Bruchon-Schweitzer M, Cousson F, Quintard B, et al. French Adaptation of the Ways of Coping Checklist. *Percept Mot Skills*. 1996;83 (1):104–106. doi: 10.2466/pms.1996.83.1.104.
- [22] de Stadelbofen FM, Rossie J, Rigozzi C. Validation of a french version of the rational-experiential-inventory and its application to the study of tobacco smoking. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*. 2004;17:77–102.
- [23] Pacini R, Epstein S. The relation of rational and experiential information processing styles to personality, basic beliefs, and the ratio-bias phenomenon. *J Pers Soc Psychol*. 1999;76(6):972–987. doi : 10.1037/0022-3514.76.6.972
- [24] Bouchard S, St-Jacques J, Robillard G, et al. Anxiety Increases the Feeling of Presence in Virtual Reality. *Presence Teleoperators Virtual Environ*. 2008;17:376–391. doi : 10.1162/pres.17.4.376
- [25] Gonçalves G, Coelho H, Monteiro P, et al. Systematic Review of Comparative Studies of the Impact of Realism in Immersive Virtual Experiences. *ACM Comput Surv*. 2023;55:1–36. doi : 10.1145/3533377
- [26] Allcoat D, von Mühlénen A. Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Res Learn Technol*. 2018;26. doi : 10.25304/rlt.v26.2140.
- [27] Makransky G, Petersen GB. The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): a Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. *Educ Psychol Rev*. 2021;33:937–958. doi : 10.1007/s10648-020-09586-2
- [28] Li L, Gow ADI, Zhou J. The Role of Positive Emotions in Education: A Neuroscience Perspective. *Mind Brain Educ*. 2020;14 (3):220–234. doi : 10.1111/mbe.12244

- [29] Pottle J. Virtual reality and the transformation of medical education. *Future Healthc J.* 2019;6 (3):181–185. doi: 10.7861/fhj.2019-0036.
- [30] Krassmann AL, Melo M, Pinto D, et al. What Is the Relationship between the Sense of Presence and Learning in Virtual Reality? A 24-Year Systematic Literature Review. *PRESENCE Virtual Augment Real.* 2022;28:247–265. doi : 10.1162/pres_a_00350
- [31] Jensen L, Konradsen F. A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Educ Inf Technol.* 2018;23:1515–1529. doi : 10.1007/s10639-017-9676-0
- [32] Meese MM, O’Hagan EC, Chang TP. Healthcare Provider Stress and Virtual Reality Simulation: A Scoping Review. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc.* 2021;16(4):268–274. doi: 10.1097/SIH.0000000000000484.
- [33] Ruberto AJ, Rodenburg D, Ross K, et al. The future of simulation-based medical education: Adaptive simulation utilizing a deep multitask neural network. *AEM Educ Train.* 2021;5 (3):e10605. doi: 10.1002/aet2.10605.
- [34] Park JE, Kim J-H. Nursing students’ experiences of psychological safety in simulation education: A qualitative study. *Nurse Educ Pract.* 2021;55:103163. doi : 10.1016/j.nepr.2021.103163
- [35] Turner S, Harder N. Psychological Safe Environment: A Concept Analysis. *Clin Simul Nurs.* 2018;18:47–55. doi : 10.1016/j.ecns.2018.02.004
- [36] Dale-Tam J, Thompson K, Dale L. Creating Psychological Safety During a Virtual Simulation Session. *Clin Simul Nurs.* 2021;57:14–17. doi : 10.1016/j.ecns.2021.01.017

- [37] Badowski D, Wells-Beede E. State of Prebriefing and Debriefing in Virtual Simulation. *Clin Simul Nurs.* 2022;62:42–51. doi : 10.1016/j.ecns.2021.10.006
- [38] Sigwalt F, Petit G, Evain J-N, et al. Stress Management Training Improves Overall Performance during Critical Simulated Situations. *Anesthesiology.* 2020;133 (1):198–211. doi : 10.1097/ALN.0000000000003287.
- [39] Tyerman J, Luctkar-Flude M, Graham L, et al. A Systematic Review of Health Care Presimulation Preparation and Briefing Effectiveness. *Clin Simul Nurs.* 2019;27:12–25. doi : 10.1016/j.ecns.2018.11.002
- [40] Hamilton D, McKechnie J, Edgerton E, et al. Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *J Comput Educ.* 2021;8:1–32. doi : 10.1007/s40692-020-00169-2
- [41] Leigh G, Steuben F. Setting Learners up for Success: Presimulation and Prebriefing Strategies. *Teach Learn Nurs.* 2018;13 (3):185–189. doi : 10.1016/j.teln.2018.03.004
- [42] Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, et al. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods.* 2007;39:175–191. doi : 10.3758/BF03193146

Article 4.

Paquay, M., Goffoy, J., Chevalier, S., Servotte, J. C., & Ghuysen, A. (2022). Relationships Between Internal Factors, Social Factors and the Sense of Presence in Virtual Reality-Based Simulations. *Clinical Simulation in Nursing*, 1–11.

Relationships between internal factors, social factors and the sense of presence in Virtual Reality-based simulations

Abstract

Background: Virtual Reality (VR) has proven to be an interesting and expanding tool for healthcare education, especially with the impact of the Sense of Presence (SoP) on learning. The study was designed to investigate to what extent users' social and internal factors might influence the SoP and to further identify members of occupations' characteristics influencing immersive experiences.

Method: A cross-sectional study immersing 83 undergraduate students (ambulance attendants, students nurses, and medical students) in a mass casualty incident simulation was performed. Questionnaires were administered to assess personal, environmental, and experiential in pre and post-simulation.

Results: SoP was associated with gender, disaster medicine education, propensity for immersion, and members of occupations.. Immersion characteristics specific to occupational categories have been identified.

Conclusion: Personal differences were discovered between ambulance attendants, students nurses, and medical students. Consideration should be given on how best practices could

promote the design of VR experiences that cater to professional groups' needs. Identifying in the future what level of experience is needed for a sufficient SoP also seems necessary.

Keywords: virtual reality; sense of presence; disaster medicine; education; simulation

1. INTRODUCTION

Over the last few years, the use of Virtual Reality (VR) has moved from global entertainment (1) to various fields: gaming, military and aviation trainings, architectural design, psychosocial therapy and education. In healthcare, VR has been mainly adopted for therapeutical purposes, (e.g. managing phobia or anxiety through VR exposing therapy) (2,3) and educational purposes (e.g. surgical procedures, teamwork) (4,5).

This versatility and multipurpose application are particularly relevant given the challenges and perspectives of medical and paramedical education (6). Indeed, these disciplines require clinical and practical education while ensuring patient safety. VR growth in healthcare was therefore made possible by potential benefits including lower costs related to human and material resources (7), greater opportunity to duplicate potentially hazardous environments, greater respect for ethical considerations (8) and better data collection and feedback (9). The present study was designed to further investigate VR for educational purposes by analyzing factors that may influence the Sense of Presence (SoP).

2. THEORETICAL FRAMEWORK

From the outset, research on VR have shown a particular interest in SoP (10). SoP is essential to make the environment feel "real" and the learning experience effective. Indeed, higher SoP during VR simulations appears to be linked to greater educational impact (9).

These elements (educational impact) indicate the importance of being acknowledged by the factors potentially influencing the SoP. In a previous work (11), authors aimed to explore the elements influencing the SoP using a Mass Casualty Incident-Immersive Simulation (MCI-IS) for nursing and medical students. Results from this study helped compile a framework identifying several parameters affecting the SoP and their interactions (Fig. 1). This study

pointed out the need to specifically identify which factors, especially social and internal, might influence the SoP. Getting deeper into that framework might help understanding why identical medium induce heterogenous SoP scores (12). Therefore this study aims to further investigate these previous results from Servotte et al. (11) by understanding to what extent social and internal factors of the users might influence the SoP and to further identify immersive characteristics specific to different members of occupations.

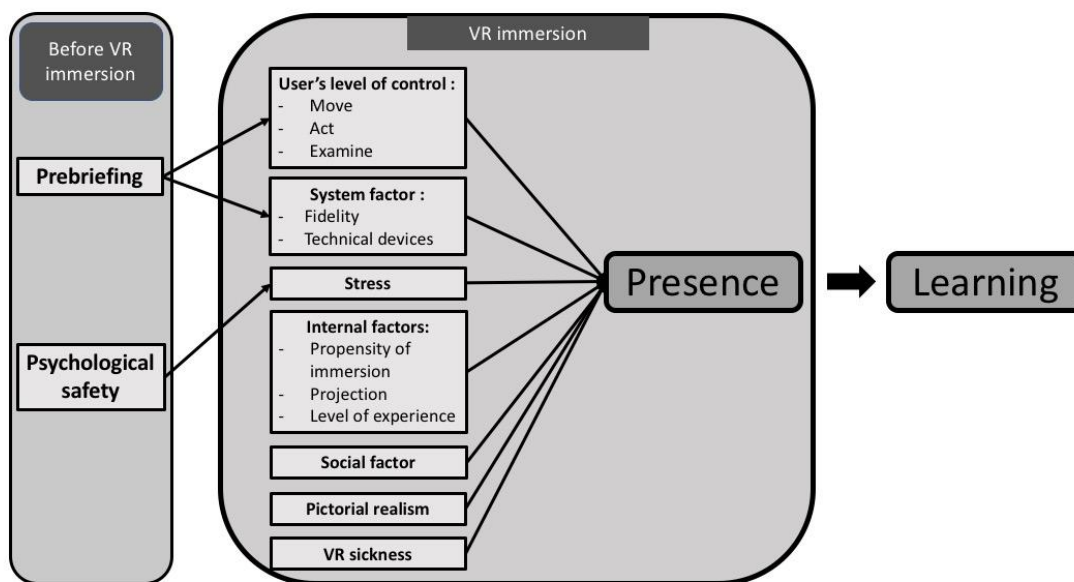


Figure 1. Servotte-Ghuysen Framework depicting relationships between factors identified and sense of presence. Note. VR = virtual reality

SoP is a subjective experience resulting from the feeling of being effectively present in the environment (13). This SoP is influenced by two major components, allowing real cognitive, physical, emotional and behavioural responses : the place illusion (feeling of being in the environment) and the plausibility (linked to the accuracy of the scenario) (14). Apart from these two features, SoP is also impacted by technological and human factors. In their study, Servotte et al. (2020), synthesized the factors impacting SoP into seven categories:

1. User's level of control

2. System factor
3. Stress
4. Internal factors
5. Social factors
6. Pictorial realism
7. VR sickness

“User’s level of control” refers to the fact that being able to actively control the environment and allowing body movements lead to greater SoP (15). A high-quality head-mounted (HDM) display offering better pictorial realism to replicate a high-fidelity environment can enhance the SoP (16,17). These factors are included in “Pictorial realism” and “System factor” categories. “Internal factors” dimension refers to personal and cognitive characteristics that lead to a greater SoP. Empathy, imagination, high immersion propensity and high spatial intelligence have all been found to be internal factors that could influence the SoP (18). Negative correlation between the SoP and cybersickness is represented by the dimension “VR sickness”. Indeed, numerous studies have shown that higher cybersickness scores would decrease presence (19). Despite occasional mitigated results, strong emotions (“Stress” category) are generally associated with greater SoP (16). Finally, some studies have analyzed the impact of social factors. For example, female participants are more likely to have higher SoP (9).

To date, there is a large literature analyzing the impact of the media (User’s level of control, System factor, Pictorial Realism, VR sickness) on SoP (12). However, few studies have addressed social factors (e.g. members of occupations) that are particularly relevant in healthcare education. Indeed, since healthcare is multidisciplinary, VR environments might be designed for different members of occupations. Moreover, psychological components, such as coping

style, impact healthcare teams and care management (20). A better understanding of how these social and internal factors relate to the SoP may help in developing better VR educational pathways specific to each type of participant. Finally, this second study aimed at clarifying and expanding the original framework.

3. METHODS

3.1. Design

A cross-sectional study was performed to address the following research questions:

- 1) What are the factors influencing the SoP in a MCI-SI?
- 2) How is the immersion process modulated among members of occupations?

3.2. Mass Casualty Incident-Immersive Simulation

Design

The design followed the Standards of Best Practice for SimulationSM(21). The ten criteria (Needs assessment; Measurable objectives; Format of simulation; Clinical scenario or case; Fidelity; Facilitator/Facilitative approach; Briefing; Debriefing and/or feedback; Evaluation; Participant preparation) have been analyzed and discussed by an interdisciplinary group composed of experts in simulation, expert in disaster medicine and psychologists. To meet the International Nursing Association for Clinical Simulation and Learning (INACSL) standards of best practice, a particular attention was set on ensuring that the simulation aligns with learners' needs and that it meets relevant program objectives while maintaining psychological safety (22,23).

The MCI-IS used was based on the Sierre coach crash, when a coach carrying two drivers, four teachers and 46 pupils crashed into a wall in the tunnel of Sierre. The two drivers, the four

teachers and 22 children were killed. An emergency nurse who was present during the actual accident wrote the storyboard used in this MCI-IS. Three Mass-Casualty Incident (MCI) experts, two emergency physicians and one emergency nurse validated the adapted MCI-IS scenario. The programming has been realized by a VR company Connexence®.

Presimulation

The entire teaching activity was contained in a file including a full description of the activity, the content of the prebriefing, a description of the simulation, a user's guide and debriefing suggestions. Two trained simulation instructors were present, at least one of whom is an expert in the field of emergency management. During the prebriefing the psychological safety was ensured by clarifying the objectives of the simulation and highlighting the possibility of making mistakes without consequences to themselves. Participants were informed of the paediatric nature of the victims and that they could stop the simulation at any time if they felt uncomfortable or sick. Similarly, contact numbers were provided for any post-simulation trauma or questions. Psychologists were also present on site in case their intervention became necessary. The equipment used during the activity was then presented (VR laptop, HTC vive® HDM having two OLED panels resolution 1,200 X 1,080 per eye ; field of view 110° ; refresh rate 90Hz) and explained. The different interactions: how to move, how to communicate and what actions are possible during the simulation were also described. Then pre-simulation questionnaires in paper format were distributed. Participants completed the questionnaires and then performed the simulation one by one.

Immersion

Participants were first immersed in the Sierre tunnel to familiarize themselves with the environment and headset. When ready, the participant was then teleported to the entrance of the coach to triage the victims. The participants approached the victims and said aloud the colour

of the tag that they wanted to attribute. A tag was then placed by the facilitator on the victim. During the simulation, participants were able to interact with the facilitators if they had any questions. The immersion time didn't exceed seven minutes. After the immersion, in another room, the participants completed the post-simulation questionnaires in paper format.

Debriefing

Once the immersion session was completed by the participants, the instructors conducted a debriefing following the framework for Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation (24). The preview-advocacy-inquiry-listen method was used to analyze participants' experience.

3.3. Recruitment

A nonprobability convenience sampling method was performed. The sample (n = 83) included students from three different healthcare professional groups: Medical students (n=24), Ambulance attendants (n=24) and Nursing students (n=35). All students included were in their final year.

Participants were selected based on their availability and accessibility within the different schools :

- 1) Center for Medical Simulation at the University of Liège for the Medical students;
- 2) Namur Nursing students highschool
- 3) Namur Ambulance attendants' training centre.

Before the simulation day, one researcher met with each group to provide details on the study, present the MCI-IC and organize the agenda. An e-learning on Simple Triage And Rapid Treatment (START) triage validated by two experts in disaster medicine was also provided. This e-learning was designed to bring participants' triage knowledge up to the same level.

3.4. Data collection

Design

The study took place at several school sites according to the groups studied from October 2019 to March 2020. Data were collected through paper questionnaires (socio-demographics, immersion propensity, stress, cybersickness, coping, decision-making, SoP). The questionnaires were given at different times since some variables have to be collected before (e.g. stress) or after (e.g. cybersickness). No time-limit was set for the filling-in.

Assessment instruments

A simulation and emergency medicine expert validated the relevance of the questionnaires below. Debriefing data were not collected but were used to feed discussion and perspectives.

Sense of presence

The Questionnaire sur l'Etat de Présence (PQ-F) (Robillard et al., 2002) was used for this study. This later is the french-language validated adaptation of the Presence Questionnaire (25) to measure the SoP. This scale includes two parts (before and after immersion) through 38 items. For each item, participants were asked a score between 1 (strongly disagree) and 5 (strongly agree). Total score can range from 38 to 190.

Immersion propensity

The validated French adaptation of the Immersive Tendencies Questionnaire (25), the Questionnaire sur la Propension à l'Immersion (ITQF) (Robillard et al., 2002) was used. This measurement is performed to assess the ability of individuals to immerse themselves in virtual reality. The questionnaire is divided into four sub-scales: involvement, emotion, focus and play.

For each of the 18 included items, students were expected to assign a score from 1 to 7 (1: not at all; 7: completely). The total score can range from 18 to 126.

Coping

Coping is defined as: "the set of cognitive and behavioral processes that an individual interposes between himself and an event perceived as threatening, to control, tolerate or diminish the impact of the latter on his physical and psychological well-being" (26). For the present study, we used the french-language adaptation (27) of the Ways of Coping Checklist (WCC) from Lazarus and Folkman's (28). This scale comprises three categories (problem-centered, emotion-centered and social support-centered) covering 27 items with 4 possible answers (no (1), rather no (2), rather yes (3) and yes (4)). Problem-focused coping includes all active efforts to manage stressful situations and to adjust a dysfunctional person-environment relationship in order to modify or eliminate the sources of stress through individual behavior. Emotion-focused coping includes all regulating efforts to decrease the emotional consequences of stressful events. Lastly, the social support-centered coping refers to "the individual's efforts to obtain the sympathy and help of others in order to obtain a listening ear, information, or material assistance". Final score corresponds to the category with the highest score.

Decision-making

The "Inventaire rationnel-expérientiel" (Meyer de Stadelhofen et al., 2014) is the validated french-language adaptation of the Rational-Experiential Inventory (REI) (29). This questionnaire highlights one's preferential decision-making process based either on rationality or intuition and experience. The functioning of the rational system is described as intentional, analytical, essentially verbal and independent of affects. Moreover, its operation can be accessible to consciousness. As for the experiential/intuition system, it is described as being

preconscious, automatic, associationist, holistic and deeply associated with affects. The scale consists of 40 items scored from 1 to 5 (1 = completely false to 5 = completely true).

Cybersickness

The french-language adaptation (Bouchard, Robillard, & Renaud, 2007) of the Simulator Sickness Questionnaire (30) was used to monitor students 'possible side effects that may occur during the simulation. The questionnaire contains 16 items for which participants have four different options: not at all (0), a little (1), moderately (2) and severely (3). The total score on this scale ranges from 0 to 48.

Stress level

The stress level was assessed by a self-reported scale and The Mental Readiness Form (MRF) (31). The first is a Visual Analog Scale (VAS) for measuring participants' stress levels, from 0 to 10, before and after the simulation. The MRF is composed of three 11-point scales addressing cognitive, affective, and physiological levels perception of stress.

3.5. Statistical Analysis

Rx64 Commander® (version 3.5.1) was used for all statistical analysis. Descriptive statistics were performed to describe the sample characteristics. Shapiro tests were conducted to examine the normality. Quantitative variables with a normal distribution were reported as means and standard deviations while skewed ones were reported as medians and interquartile ranges. Categorical variables were expressed as frequency and percentage. Univariate analyses were conducted using parametric tests for variables with normal distributions and non-parametric tests for skewed ones. Spearman correlations were also performed to measure the association between the SoP and quantitative variables. The alpha level was set at a standard level of 5% for all statistical interpretations

3.6. Ethical considerations

This study was approved by the ethical committee of Liege University's Medicine Faculty (reference number 2019-212). All participants gave their written informed consent to participate in the study.

4. RESULTS

4.1 Study sample

The global sample regrouped 83 undergraduate students, immersed in a MCI-IS. Among these, 24 medical students were included with an average age of 24 years (23-25.25). The ambulance attendants group was composed of 24 individuals with an average age of 28 years (24.75-40). Finally, 35 nursing students were included with an average age of 23 years (21.25-24). Table 1 summarizes the sociodemographic and immersion characteristics of the sample.

In a second phase, immersion experiences were studied between the different members of occupations. The aim was to identify key trends based on members of occupations to better personalise the simulation session according to the type of professional in training.

Table 1. *Sample characteristics by occupational categories*

Variables	Total (n=82)	Medical Students (n = 24)	Ambulance Attendants (n = 24)	Students Nurse (n = 35)	<i>p</i>
Occupational categories no. (%)					
Ambulance attendants	24 (29%)				
Medical students	24 (29%)				
Students nurse	35 (42%)				
Gender no. (%)					
Males	30 (37%)	8 (33.3%)	20 (83.3%)	2 (5.9%)	<.001*
Females	52 (63%)	16 (66.7%)	4 (16.7%)	33 (94.1%)	
Age (in years) median [IQR]	24 (22-26.75)	24 (23-25.25)	28 (24.75-40)	23 (21.25-24)	<.001*
Disaster medicine education no. (%)					
Yes	53 (65%)	3 (12.5%)	17 (70.8%)	33 (97.1%)	<.001*
No	29 (35%)	21 (87.5%)	7 (29.2%)	1 (2.9%)	
VR experience no. (%)					
Yes	22 (27%)	7 (29.2%)	6 (25%)	9 (26.5%)	0.95
No	60 (73%)	17 (70.8%)	18 (75%)	25 (73.5%)	
Triage score (/10) median [IQR]	10 (8-10)	10 (8-10)	10 (8-10)	10 (10-10)	0,44
Stress (/40) mean ± SD					
Pre-immersion	15.74±7.34	18.77+-7.72	10.63+-4.83	17.5+-6.75	<.001*
Post-immersion	11 (7-19)	20 (14-22)	8 (6-12)	9.5 (7-15.75)	<.001*
Sense of Presence (/190) mean ± SD	145.32±19.87	138.5 (128.75-152.25)	145 (132-159)	151.5 (138-166.5)	0.04*
Immersion propensity (/126) mean ± SD	69.79±13.87	69.83+-13.46	66.16+-13.13	72.32+-14.46	0.25
Cybersickness (/48) median [IQR]	19 (17-22.75)	21.5 (18-29)	17 (16-19)	19 (18-22.25)	<.001*

Coping no. (%)					
Emotional	4 (5%)	2 (8.3%)	0 (0%)	2 (6.2%)	0.55
Problem	76 (95%)	22 (91.7%)	24 (100%)	30 (93.8%)	
Decision making no. (%)					
Intuitive	28 (35%)	6 (26.1%)	6 (25%)	16 (48.5%)	0.11
Rational	52 (65%)	17 (73.9)	18 (75%)	17 (51.5%)	

MCI = mass casualty incident; VR = Virtual reality

4.2. Sense of Presence

Table 2 and 3 summarizes factors influencing the SoP. Results showed an association of SoP with gender, disaster medicine education, propensity for immersion and members of occupations. The other variables were not correlated with the SoP. Regarding propensity for immersion, a positive relationship was found with SoP ($r = 0.33$). The greater the propensity for immersion, the greater the SoP. Regarding gender, females showed higher levels SoP compared than males. Students with prior disaster medicine education had higher scores of SoP compared with less experienced students. Lastly, nursing students revealed greater SoP than other members of occupations in training.

Table 2. *Correlations between internal, social factors and the Sense of Presence*

Variables	Coefficient R	R ²	p-value
Age (in years)	-0.08	0.006	0.48
Work experience (in months)	-0.13	0.02	0.27
Immersion propensity	0.33	0.11	0.003*
Stress before simulation (/40)	-0.12	0.01	0.31
Stress after simulation (/40)	- 0.03	0.0008	0.81
Cybersickness	0.0005	0.0000003	0.1

Table 3. *Univariate analyses between internal, social factors and the Sense of Presence*

Variables	Modalities	Mean +- SD Median (P25-P75)	p-value
Gender	Male (n = 29)	139.13 +- 18.69	0.039*
	Female (n = 51)	148.70 +- 20.03	
Disaster medicine education	No (n = 29)	134 (128-152)	0.005*
	Yes (n = 51)	150 (140-163)	
Disaster medicine simulation	No (n = 59)	145 (131-160)	0.82
	Yes (n = 20)	147.5 (134.75-159)	
VR experience	No (n = 59)	146 (132-159)	0.7
	Yes (n = 21)	145 (134-165)	
Coping	Emotion (n = 4)	135.5 (129-141)	0.2
	Problem (n = 75)	146 (132-160)	
	Social support (n = 0)	/	
Decision making	Intuition (n = 28)	151.5 (140.75-159.5)	0.13
	Rationality (n = 51)	144 (129-160)	
Occupational categories	Ambulance attendants (n = 23)	145 (132-159)	0.04*
	Medical students (n = 24)	138.5 (128.75-152.25)	
	Students nurse (n = 34)	151.5 (138-166.5)	
Triage score	Ambulance attendants (n = 23)	10 (8-10)	0.44
	Medical students (n = 24)	10 (8-10)	
	Students nurse (n = 34)	10 (10-10)	

Note. Triage experience = effective triage on field; VR = Virtual reality

4.3. Immersive characteristics of members of occupations

Regarding members of occupations, results showed significant associations. Between groups differences appeared in terms of gender and age. Regarding education in disaster medicine, medical students had less training experience than nursing and ambulance students. Medical students also showed higher levels of pre- and post-simulation stress than nursing and ambulance students.

Regarding SoP, nursing students reached higher scores than medical and ambulance students. Furthermore, the level of cybersickness was higher in the medical students group compared with the two other groups.

The medical students group seemed to be mostly composed of women with a more rational decision making (73.9%) and problem-centered coping (91.7%). Regarding the immersion experience, this group had high scores of stress before and after immersion, good immersion propensity but lower SoP and increased cybersickness.

Ambulance attendants were predominantly men with the strongest rational decision making (75%) and problem-centered coping (100%). Their immersion experience was characterized by a lower stress before and after the simulation, lower cybersickness and immersion propensity but high SoP.

The nursing students group was defined by participants almost exclusively female. These participants mainly used problem-centered coping (93.8%) but mixed decision-making processes: half of participants showed intuitive decision making (48.5%) and the other half rational decision making (51.5%). In terms of immersion experience, this group tended to decrease its stress after immersion, had the greatest SoP and immersion propensity and fair cybersickness score.

5. DISCUSSION

The aim of this study was to explore internal and social factors influencing the SoP and the impact of members of occupations on the process. Compared to prior work, results from this study allow to identify new social factors impacting the SoP: members of occupations, gender and previous disaster medicine experience. Figure 2 details the previously developed framework. Moreover, the SoP do not seem to be mitigated by several internal factors such as coping and decision making. These results help to highlight specific immersion characteristics based on members of occupations.

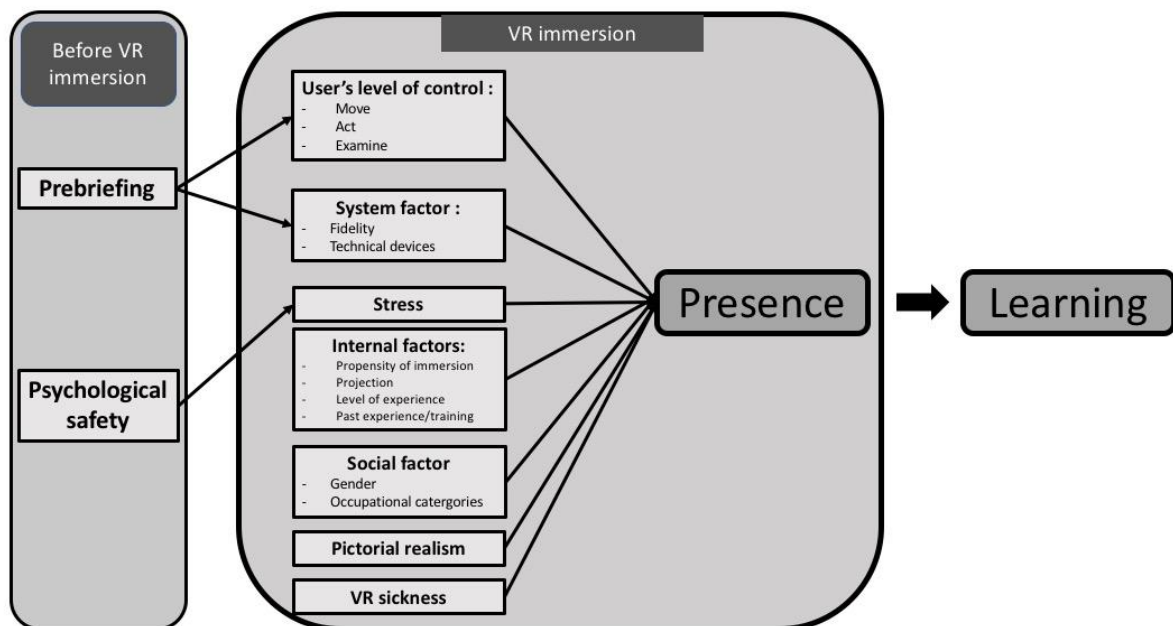


Figure 2: Adapted framework of Servotte-Ghuysen Framework depicting relationships between factors identified and sense of presence. Note. VR = virtual reality

Sense of Presence scores

Regarding SoP, scores were higher than previous studies and previous work (11). This could be explained by an improved pre-briefing and briefing of the simulation compared to prior work. Indeed, a parallel with the accident of Sierre was realized and may have allowed a better

context and certain emotional experience that could have enhanced the SoP (32,33). Higher SoP scores could also be explained by the limited actions and interactions asked for in this simulation (less care were asked compared to prior study). Indeed, complex tasks and navigation in a VR environment require better spatial intelligence and therefore may be less accessible for some users with lower spatial intelligence (12). Without any clear reason, cybersickness appeared much greater this time compared to prior study whereas settings were identical (11). Medical students experienced more cybersickness than their colleagues. This could thus explain their lower SoP scores, as previously stated in many studies (19).

Sense of presence and social factors

Higher SoP is proven to lead to better training performance (9). Therefore, particular attention should be given to optimize participants' SoP in the development of an immersive simulation training. We noticed that SoP differed according to members of occupations, with nursing students having higher scores. It might therefore be considered that the development of a single VR training using the same modalities among different members of occupations could have differential impact on the participants according to their categories. Indeed, this strategy could lead to major disparities in the SoP scores and therefore inequities in training efficacy. Therefore, it would be worth considering the latter points when developing a VR environment by adapting the teaching program depending on participants' background to ensure an optimal learning impact.

Regarding experience, participants who had previous disaster training had a statistically higher SoP than those with no prior training. However, as stated by other authors (12,34) having VR experience would have no impact on SoP scores. One hypothesis could be that the training experiences may have given our candidates a better emotional and cognitive response. Past research showed that familiarity, prior experience and a rich cognitive schema can increase the

level of SoP (35). Wirth (36) further explored the link between SoP and prior experience. Indeed, past experiences would constitute a “library” of spatial experiments enabling the reconstruction of the most accurate scenario (filling “empty slots”) once in the VR environment. Therefore, participants with past training experience could more easily fill the missing space-related information from their memory. This would lead to an increase in the richness and consistency of the environment and therefore greater SoP (37). This link between past experience and SoP brings interesting insights as VR simulation is often used to prevent performing certain acts the first time on patients or to reduce cost. However, insufficient past anchoring could reduce expected learning and therefore be no longer profitable (37). It could therefore be interesting to identify participants’ experience before the VR session. The INACSL have already stated the importance of learners’ experiences and knowledge brought to the simulation activity for a greater presence in their standards of best practice (22). These later recommendations should therefore be applied to VR simulations. Similarly, standards of best practices dedicated to VR could be developed to promote efficiency.

Sense of presence and stress

Regarding emotional response, before immersion, the three groups showed different levels of stress with ambulance attendants appearing less stressed. This difference in stress could be explained by the fact that ambulance attendants had more training and simulation in disaster medicine than the other two groups. After immersion, medical students kept higher stress scores than the nurse and ambulance students. These higher stress scores seemed to be correlated with the lack of training in the medical group (38). Given this, the awareness of a lack of training in this group might have influenced the increase of stress score after immersion. Conversely, stress scores were significantly lower among nurses only. Similarly to prior study (11), nurses who felt less able to triage victims may have discovered their ability to do so. During our tests, we

also found that nurses asked more questions and verbalized their stress more easily. These characteristics may have contributed to this decrease in stress. As the lack of past training may lead to higher level of stress, this data should be collected and taken into account during the pre-briefing to make adaptations.

SoP may also be influenced by individual differences. Regarding gender, females of the sample seemed to have higher SoP scores. While many studies do not show any gender difference, some have showed higher SoP in female participants (9). This gender difference in SoP could explain better performances and learning in female groups (39). Previous research have considered this lack of a clear pattern regarding gender and SoP, raising the more global issue of the relevance of our current measurement methods to capture de complete spectrum of the SoP (40).

Sense of presence and internal factors

No clear association was found between coping style or decision-making and the SoP. Yet participants from the three groups had the same tendencies for these two variables. Therefore, further investigation of personality or intelligence types may be more interesting. Indeed, spatial intelligence and introversion have proven to increase user's SoP (12). However, these studies were performed in a context of using VR environment for therapies and not for educational purposes. Moreover, as individual factors and SoP differ among users of the same medium (41), it would be valuable to analyze these variables on the same sample while using various media.

6. LIMITATIONS

Selection bias may occur as schools were chosen from different regions but students of the same occupational category were all from the same school. This limits the participants' variability. A social desirability bias could also occur since the simulations were organized within the school. In order to limit this bias, students participated on a voluntary basis. Although, even if validated,

French version of the instruments used often had fewer items than the originals (English version). The number of questionnaires may also have caused fatigue and may have impacted the answers. Another limitation was that the trainings given among the groups didn't take place under the same conditions (dates and locations). The information given may also varied depending on the instructor. However, to lessen this limit harmonized simulation sessions and standardized tools were used (pre-briefing). Moreover, both instructors were experienced simulation instructors. Another limitation relates to sample size. We expected 30 participants and four groups. Due to the Coronavirus pandemic, data collection had to be prematurely closed. As a result, recruitment of the fourth group, which was the master's students in public health, and completion of the group of medical students to reach the 30 participants were not possible. Given this small sample size, it is therefore necessary to remain cautious about generalizing the results of this study. . Lastly, there might be some gap in the framework revised as VR experience might ultimately rely more on immersion and less specifically on aspects of learning (such as educational preparation, experience, decision-making).

7. CONCLUSIONS

The present study aimed at better understanding the SoP process and its modulation among different members of occupations in healthcare. Results revealed significant difference in SoP among the groups. Such differences between members of occupations should be considered when developing virtual reality training to enhance pedagogical experience. This study also emphasizes that best practices should promote the design of VR experiences that cater to professional groups' needs. Regarding SoP, the persistence of some knowledge gap, and the need for a more comprehensive definition of the SoP is still missing in the literature. In that sense, cognitive processes related to prior experience, and memory should also be further investigated. Indeed, identifying what level of experience is needed for a sufficient SoP seems necessary to optimally benefit optimally from the immersive experience.

8. REFERENCES

1. Dara M, Susan H, Roisin M, Deirdre M, Douglas D, Kareena M, et al. Effectiveness of conventional versus virtual reality based vestibular rehabilitation in the treatment of dizziness, gait and balance impairment in adults with unilateral peripheral vestibular loss: A randomised controlled trial. *BMC Ear Nose Throat Disord.* 2012;12(1).
2. Neri SGR, Cardoso JR, Cruz L, Lima RM, De Oliveira RJ, Iversen MD, et al. Do virtual reality games improve mobility skills and balance measurements in community-dwelling older adults? Systematic review and meta-analysis. Vol. 31, *Clinical Rehabilitation.* SAGE Publications Ltd; 2017. p. 1292–304.
3. Freeman D, Reeve S, Robinson A, Ehlers A, Clark D, Spanlang B, et al. Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. Vol. 47, *Psychological Medicine.* Cambridge University Press; 2017. p. 2393–400.
4. Englund C, Olofsson AD, Price L. Teaching with technology in higher education: understanding conceptual change and development in practice. *High Educ Res Dev.* 2017 Jan 2;36(1):73–87.
5. Diegmann P, Schmidt-Kraepelin M, Eynden S, Basten D. Benefits of Augmented Reality in Educational Environments - A Systematic Literature Review. *Wirtsch Proc* 2015. 2015 Mar 6;
6. Chan KS, Zary N. Applications and Challenges of Implementing Artificial Intelligence in Medical Education: Integrative Review. *JMIR Med Educ.* 2019 Jun 15;5(1):e13930.
7. Pottle J. Virtual reality and the transformation of medical education. *Future Healthc J.* 2019 Oct;6(3):181–5.
8. Logishetty K, Rudran B, Cobb JP. Virtual reality training improves trainee performance in total hip arthroplasty: a randomized controlled trial. *Bone Jt J.* 2019 Dec 1;101-B(12):1585–92.

9. Grassini S, Laumann K, Rasmussen Skogstad M. The Use of Virtual Reality Alone Does Not Promote Training Performance (but Sense of Presence Does). *Front Psychol.* 2020 Jul 17;11.
10. Slater M, Linakis V, Usoh M, Kooper R. Immersion, presence and performance in virtual environments. In *Association for Computing Machinery (ACM)*; 1996. p. 163–72.
11. Servotte JC, Goosse M, Campbell SH, Dardenne N, Pilote B, Simoneau IL, et al. Virtual Reality Experience: Immersion, Sense of Presence, and Cybersickness. *Clin Simul Nurs.* 2020 Jan 1;38:35–43.
12. Alsina-Jurnet I, Gutiérrez-Maldonado J. Influence of personality and individual abilities on the sense of presence experienced in anxiety triggering virtual environments. *Int J Hum Comput Stud.* 2010 Oct;68(10):788–801.
13. Bowman DA, McMahan RP. Virtual reality: How much immersion is enough? *Computer.* 2007 Jul;40(7):36–43.
14. Slater M, Sanchez-Vives M V. Enhancing our lives with immersive virtual reality. Vol. 3, *Frontiers Robotics AI. Frontiers Media S.A.*; 2016. p. 74.
15. Persky S, Kaphingst KA, McCall C, Lachance C, Beall AC, Blascovich J. Presence relates to distinct outcomes in two virtual environments employing different learning modalities. *Cyberpsychology Behav Impact Internet Multimed Virtual Real Behav Soc.* 2009;12(3):263–8.
16. Diemer J, Alpers GW, Peperkorn HM, Shiban Y, Mühlberger A. The impact of perception and presence on emotional reactions: A review of research in virtual reality. *Front Psychol.* 2015;6:1–9.
17. Huber T, Wunderling T, Paschold M, Lang H, Kneist W, Hansen C. Highly immersive virtual reality laparoscopy simulation: development and future aspects. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2018 Feb 18;13(2):281–90.

18. Wallach HS, Safir MP, Samana R. Personality variables and presence. *Virtual Real.* 2010 Mar;14(1):3–13.
19. Ling Y, Nefs HT, Brinkman WP, Qu C, Heynderickx I. The relationship between individual characteristics and experienced presence. *Comput Hum Behav.* 2013;29:1519–30.
20. Koziel JR, Meckler G, Brown L, Acker D, Torino M, Walsh B, et al. Barriers to pediatric disaster triage: A qualitative investigation. *Prehosp Emerg Care.* 2015 Apr 3;19(2):279–86.
21. Lioce L, Meakim CH, Fey MK, Chmil JV, Mariani B, Alinier G. Standards of Best Practice: Simulation Standard IX: Simulation Design. *Clin Simul Nurs.* 2015 Jun 1;11(6):309–15.
22. Standards Committee I. INACSL Standards of Best Practice: SimulationSM Simulation Design. *Clin Simul Nurs.* 2016 Dec 1;12:S5–12.
23. Standards Committee I. INACSL Standards of Best Practice: SimulationSM Outcomes and Objectives. *Clin Simul Nurs.* 2016 Dec 1;12:S13–5.
24. Eppich W, Cheng A. Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation (PEARLS). *Simul Healthc J Soc Simul Healthc.* 2015 Apr;10(2):106–15.
25. Witmer BG, Singer MJ. Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence Teleoperators Virtual Environ.* 1998 Mar 13;7(3):225–40.
26. Lazarus RS, Cohen JB. Environmental Stress. In: *Human Behavior and Environment.* Boston, MA: Springer US; 1977. p. 89–127.
27. Bruchon-Schweitzer M, Cousson F, Quintard B, Nuissier J, Rascle N. French adaptation of the ways of coping checklist. *Percept Mot Skills.* 1996;85(1):104–6.
28. Folkman S, Lazarus RS. An analysis of coping in a middle-aged community sample. *J Health Soc Behav.* 1980;21(3):219–39.

29. Pacini R, Epstein S. The relation of rational and experiential information processing styles to personality, basic beliefs, and the ratio-bias phenomenon. *J Pers Soc Psychol.* 1999;76(6):972–87.
30. Kennedy RS, Lane NE, Berbaum KS, Lilienthal MG. Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. *Int J Aviat Psychol.* 1993;3(3):203–20.
31. Krane V. The mental readiness Form as a measure of Competitive state anxiety. *Sport Psychol.* 1994;8:189–202.
32. Bouchard S, St-Jacques J, Robillard G, Renaud P. Anxiety increases the feeling of presence in virtual reality. *Presence Teleoperators Virtual Environ.* 2008 Aug;17(4):376–91.
33. Gorini A, Capideville CS, De Leo G, Mantovani F, Riva G. The role of immersion and narrative in mediated presence: the virtual hospital experience. *Cyberpsychology Behav Soc Netw.* 2011 Mar;14(3):99–105.
34. Schuemie MJ, Van der Straaten P, Krijn M, Van der Mast CAPG. Research on presence in virtual reality: A survey. Vol. 4, *Cyberpsychology and Behavior.* *Cyberpsychol Behav;* 2001. p. 183–201.
35. Heeter C. Reflections on Real Presence by a Virtual Person. In: *Presence: Teleoperators and Virtual Environments.* 2003. p. 335–45.
36. Wirth W, Hartmann T, Böcking S, Vorderer P, Klimmt C, Schramm H, et al. A Process Model of the Formation of Spatial Presence Experiences. *Media Psychol.* 2007 May 15;9(3):493–525.
37. Dean GM, Morris PE. The relationship between self-reports of imagery and spatial ability. *Br J Psychol.* 2003 May;94(2):245–73.
38. Shearer JN. Anxiety, nursing students, and simulation: State of the science. *J Nurs Educ.* 2016 Oct 1;55(10):551–4.

39. Yang JC, Quadir B, Chen NS, Miao Q. Effects of online presence on learning performance in a blog-based online course. *Internet High Educ.* 2016 Jul 1;30:11–20.
40. Smith SA. Virtual reality in episodic memory research: A review. Vol. 26, *Psychonomic Bulletin and Review*. Springer New York LLC; 2019. p. 1213–37.
41. Sacau A, Laarni J, Hartmann T. Influence of individual factors on presence. *Comput Hum Behav.* 2008 Sep;24(5):2255–73.

Article 5.

Chevalier, S., Doneux, M., Buléon, C., Ghuysen, A. & Paquay, M. (2025). "It feels like I was there!" A cross-sectional study to understand the sense of presence in simulation, the role of internal factors, and simulation modalities. *Journal of Healthcare Simulation*, 1–8.

"It feels like I was there!" A cross-sectional study to understand the sense of presence in simulation, the role of internal factors, and simulation modalities

Abstract

Background: Realism is a quality criterion for simulation. However, its impact on learning remains unclear. There is no consensus on how to assess realism in simulation except for virtual reality. A previous study of Brackney and al. looked at the evaluation of sense of presence (SoP) in high fidelity (1). Our study aimed to expand on these results by evaluating SoP in different simulation modalities.

Methods: A cross-sectional observational quantitative approach was adopted. We distributed a questionnaire assessing the SoP, personality traits, and self-efficacy after simulation sessions of various modalities to students and postgraduate nurses, doctors, and midwives.

Results: In our study population of 252 participants (56 nurses, 59 doctors, and 137 students), SoP did not differ significantly according to the simulation modalities or simulation experiences. The SoP is positively correlated with a sense of self-efficacy and professional experiences. Personality significantly influences the variation in SoP.

Discussion: Our work highlights the crucial role of SoP in simulation, regardless of its modality. SoP, particularly emotional presence, should be given greater consideration in research, extending beyond just virtual reality applications.

Keywords: simulation, sense of presence, personality, internal factors, health professions education

1. INTRODUCTION

Realism is increasingly recognized as a cornerstone of effective simulation-based medical education, directly influencing how well learners gain knowledge and skills (1–4). However, despite its acknowledged importance, the field lacks a universally accepted, validated tool to measure realism comprehensively across diverse simulation modalities. Current tools, often limited to virtual reality (VR) settings, fail to capture the complexity of other simulation methods, such as high-fidelity simulations (HFS), low-fidelity simulations (LFS), and role-playing exercises (RP). This limitation hinders our understanding of how the Sense of Presence (SoP)—a measure of realism—varies across contexts, leaving significant gaps in both research and practice. Addressing this gap is critical for designing educational interventions that enhance learner engagement and outcomes. We seek to broaden the scope of existing SoP measurement tools to ensure their relevance across diverse simulation methods and to explore how internal factors influence SoP.

While realism refers to learners' perceptions of how real a simulation feels, fidelity describes how closely the simulation replicates actual conditions. The SoP acts as a measure of realism, reflecting how immersed learners feel in the simulation experience. The guidelines of INACSL emphasize that different types of fidelity—physical, conceptual, and psychological—are necessary to achieve the desired level of realism in simulation (5). Physical fidelity refers to how closely a simulation replicates the real-world environment in which the scenario would naturally take place. This encompasses elements like the patient or standardized patient, the simulator or manikin, the environment, equipment, embedded actors, and supporting props. Conceptual fidelity ensures that all aspects of a scenario are logically connected and realistic, allowing participants to engage with a coherent and credible case (e.g., vital signs align with the diagnosis). Psychological fidelity enhances the simulation by replicating contextual

elements of clinical settings, such as realistic patient interactions, ambient noise, lighting, distractions, family presence, team dynamics, time constraints, and competing priorities (6).

Previous research has highlighted the challenge of lacking a universally accepted and validated tool to measure the complex concept of 'realism' in simulation (1,7).

Previous studies have investigated the factors that influence this SoP to better understand how to enhance it in simulations (8–10). These studies indicate that individual characteristics such as personality, level of experience, occupation, and gender play a role in shaping SoP in virtual reality (VR) settings. Alongside internal factors like cognitive processing, external elements, including sensory input quality and interactivity level, also contribute to variations in SoP (11). However, these relationships have primarily been examined in VR environments, which limits our understanding of how these factors might affect SoP in other simulation modalities. Expanding this research to include a wider range of simulation methods is essential to fully grasp the dynamics of SoP across different contexts. However, to expand this research, a reliable tool to measure SoP across various simulation contexts is necessary.

While there are existing tools to measure SoP, they are often applied within a limited scope, such as VR simulations. This narrow focus makes it difficult to evaluate and compare realism across different simulation scenarios and methods. To address this, Brackney et al. proposed using a validated questionnaire from VR research to assess realism in high-fidelity simulations (HFS) (1). Their study offered valuable insights, showing that the questionnaire effectively captured physical fidelity, but further research is needed to explore its conceptual and psychological aspects. Building on these findings, there is a clear need to expand the investigation beyond the usual context of VR and HFS. Simulation-based learning includes many modalities, such as HFS, low-fidelity simulations (LFS), and role-playing exercises (RP). Each has its own benefits and challenges, and understanding how the SoP varies across these different methods is key to improving instructional design and learning outcomes. Therefore,

this study aims to evaluate how the SoP can be measured and compared across various simulation methods, broadening the scope of existing tools to ensure their relevance in diverse simulation contexts. The secondary goal of this study was to explore how other internal factors, such as occupation, personality, professional experience, and self-efficacy, affect the SoP.

Our hypothesis was that the SoP would be similar across different simulation methods (12,13). However, secondary hypotheses were that the SoP may vary depending on factors like personality (14), occupation (8), professional experience (9), interdisciplinarity, and previous simulation experiences. Additionally, a higher SoP is expected to be linked to a higher self-efficacy score (15,16).

2. METHODS

2.1. Study design

We conducted a quantitative cross-sectional observational study to answer the research question: "*How does the Sense of Presence (SoP) change based on the type of simulation used?*"

2.2. Setting

The study took place in two simulation centres in the province of Liege in Belgium. The first centre is the medical simulation centre of the University of Liège (ULiège), and the second is the simulation centre of the Haute Ecole Libre Mosane (HELMo). The ULiège Centre has five simulation rooms designed for teaching clinical, technical, and non-technical skills to medical students and healthcare professionals. These simulations can be conducted with or without high-fidelity mannequins, incorporating virtual reality, standardized patients, and role-play. The centre offers a total of 487 courses, led by various instructors trained in simulation. In the past year 2023-2024, approximately 2,044 students participated in simulations at this centre. The HELMo Centre features three simulation rooms, also dedicated to teaching clinical, technical, and non-technical skills to paramedical students and healthcare professionals. Like

ULiège, the simulations can utilize high-fidelity mannequins, 360° videos, virtual reality, and standardized patients or role-play. The team consists of 14 instructors, all trained in simulation. Annually, about 1,000 students undergo simulation training at this centre.

Data were collected from January to March 2024. Prior to the data collection, the staff from the two simulation centres were informed and coached. The standard duration of the simulation sessions was one and a half hours. At the end of the simulation session, the principal investigator collected the data using a questionnaire in paper or electronic format. The principal investigator's presence at all sessions ensured standardized data collection and adherence to the study protocol through non-interfering oversight.

2.3. Participants

The sample consisted of three groups: 1) Students (medicine, nurses who did not yet have professional experience, nurses during baccalaureate or specialised training, and midwives) who came from both the ULiège (University) and the HELMo (Nurse school); 2) Postgraduate doctors; 3) Postgraduate nurses. The inclusion criteria were to be enrolled in a training session at the simulation centre of the University of Liège or High School and to have actively participated in the simulation. Participants were excluded if they only observed the simulation or refused to participate in the study. Each participant was involved in only one type of simulation, with no data collection from the same individual more than once.

2.4. Variables

To achieve our aim, we collected and analyzed various variables. The main parameter studied was the Sense of Presence, measured using a French-language questionnaire adapted from a tool initially designed for virtual reality simulations. This questionnaire included 24 items into seven subscales: realism, possibility of action, quality of the interface, possibility of examination, self-evaluation of performance, auditive and haptic (17,18). The analysis does not include the 'haptic' and 'auditory' subscales, as these items are specific to virtual reality

environments or simulations that involve sound or object interaction. The objective was to develop a questionnaire that is as inclusive as possible, making it applicable across all simulation modalities. We reformulated each item to make it relevant to different simulation modalities, and a panel of 15 reviewers from different backgrounds provided general comments to ensure that each item was properly understood by all the participants in the study. The finalized questionnaire received approval from the researchers of this study and used a 7-point Likert scale for responses (1 - Not at all to 7 – Completely), with some items reversed. Responses were analyzed following the guidelines from the original study (18).

We collected socio-demographic data, including age, gender, occupation, seniority, and simulation experience. For the purposes of this study, Master's degree nursing students without prior experience were categorised as students, while others were considered experienced nurses. Internships and student work experience were not counted as professional experience. The type of simulation was classified into four categories based on the dictionary of health simulations (19) : low fidelity (LFS) (simple, non-interactive mannequins e.g. cardiopulmonary resuscitation), high fidelity (HFS) (interactive high-fidelity mannequins e.g. managing an emergency such as anaphylactic shock), procedural (learning specific procedures e.g. catheter placement or intubation), and role-play games (RPG) (simulated or standardized patients e.g. breaking bad news or patient education). The simulation theme captured the technical (cardiopulmonary resuscitation or ultrasound) or non-technical (difficult communication or conflict management) objectives of the session, including interdisciplinary aspects. Personality traits were assessed using the Ten-Item Personality Inventory, based on the Big Five personality model, validated in French (20). Each of the five traits was represented by two items, scored on a scale of 1 (strongly disagree) to 7 (strongly agree), allowing for a balanced assessment. Finally, participants rated their self-efficacy on a 10-point Likert scale (0 = incapable, 10 = fully

capable), indicating their confidence in applying concepts learned during the simulation to their current or future professional practice.

2.5. Bias

A potential bias lies in the lack of exploration of SoP in VR environments, primarily due to the absence of VR simulation sessions at the study sites, which precludes comparison with this modality.

2.6. Study size

The study's exploratory nature and the lack of pre-existing data on SoP in non-VR simulation contexts precluded the possibility of performing a sample size calculation. The study included 252 participants, representing all eligible students and professionals present during the study period. This sample size, combined with validated psychometric tools and the inclusion of diverse simulation modalities and participant subgroups, enabled robust inferential statistical analyses. The sample was sufficient to identify trends and generate hypotheses for future research in this underexplored area.

2.7. Statistical methods

Statistical analyses were conducted using R and Minitab software. Descriptive statistics were employed to characterize the sample, and normality tests were performed to assess data distribution. An ANOVA test was used to evaluate the hypothesis that the SoP is consistent across different simulation modalities while varying according to participants' personality, occupation, and simulation experience. A correlation analysis was also conducted to investigate the hypothesis that a high SoP correlates with a higher self-efficacy score. A multivariate model was developed to account for potential confounding factors, including age, gender, occupation, simulation experience, work experience, type of simulation, interdisciplinarity, and personality traits. Results with a p-value greater than 0.05 were deemed significant. The analysis included 260 questionnaires, excluding 8 with missing data. Psychometric properties were verified,

revealing a Cronbach's alpha of 0.82 for the SoP questionnaire used in this study. The original questionnaire achieved an alpha of 0.84, indicating that internal consistency is maintained after item reformulation.

2.8. Ethical considerations

This study was approved by the ethical committee of Liege University's Medicine Faculty (reference number: 2023/386). Participation in this study was voluntary and anonymous. Each participant completed and signed a written consent form for approval.

3. RESULTS

3.1 Study sample

The total sample size for the study consisted of 252 participants, including 59 doctors, 56 nurses, and 137 students from medicine, nursing, and midwifery programs. All students who participated in the simulation agreed to take part in the study. The simulation sessions included 97 simulations with simulated patients (39%), 33 low-fidelity simulations (13%), 84 high-fidelity simulations (33%), and 38 procedural simulations (15%). Table 1 summarises the socio-demographic and experiential characteristics of the study sample.

Table 1. *Study sample*

Variable	Doctors n = 59	Nurses n = 56	Students n = 137	Total n = 252
Gender n (%)				
Male	24 (9%)	25 (10%)	27 (11 %)	76 (30%)
Female	35 (14%)	31 (12%)	110 (44%)	176 (70%)
Age (years) IQR	28 (26 – 30)	31.5 (25.75 – 36)	22 (21 – 23)	24 (22 – 30)
Pro. Exp IQR	4 (2 – 6)	7 (2 – 9)	0	4 (2 – 5)
Simu. Exp. n (%)				
0	1 (0.4%)	1 (0.4%)	1 (0.4%)	3 (1.2%)
1 – 5	13 (5.2%)	18 (7.1%)	103 (40.9%)	136 (53.2%)
6 – 10	29 (11.5%)	8 (3.2%)	29 (11.5%)	64 (26.2%)
> 10	16 (6.4%)	29 (11.5%)	4 (1.6%)	49 (19.5%)

Type of simulation	n (%)			
LFS	17 (51.5%)	11 (33.3%)	5 (15.2%)	33 (13.1%)
HFS	30 (11.9%)	12 (4.8%)	42 (16.7%)	84 (33.3%)
RPG	12 (4.8%)	27 (10.7%)	58 (23%)	97 (38.5%)
Procedural	0 (0%)	6 (2.4%)	32 (54.4%)	38 (15.1%)

Pro. Exp. = professional experience in years

Simu. Exp. = previous simulation experience (number)

IQR (P25 – P75) = interquartile range

LFS: Low Fidelity Simulation

HFS: High Fidelity Simulation

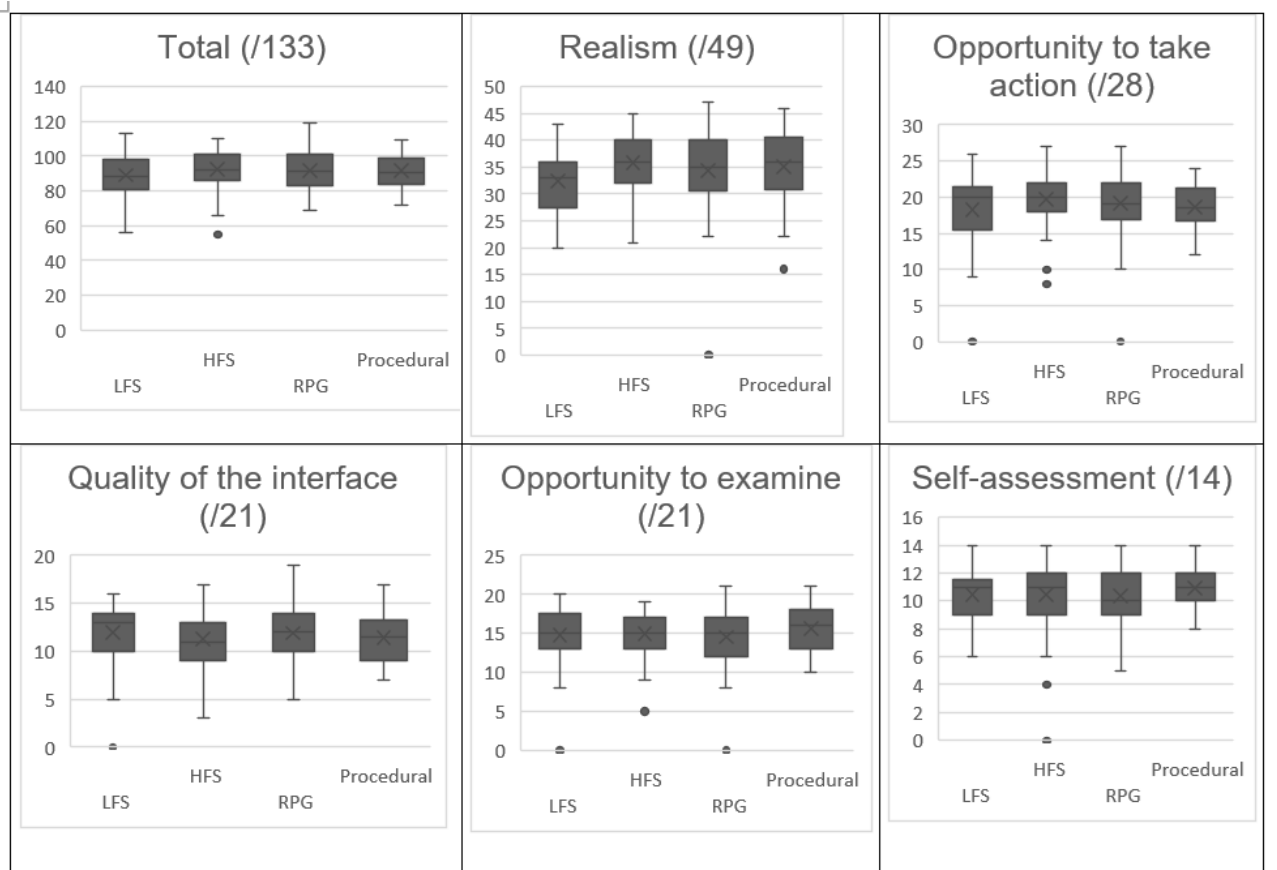
RPG: role-playing game

3.2. Sense of Presence

- *Influence of simulation modalities on the SoP*

No significant difference was found based on the simulation modalities ($p=0.55$). However, the "realism" subscale showed a significantly smaller LFS difference than the other modalities ($p=0.04$). Figure 1 compares the SoP and its subscales across the different simulation modalities. All subscales of the questionnaire are positively correlated with the SoP ($p<0.0001$), except for the subscale "quality of the interface".

Figure 1. comparison of SoP and its subscales across the different simulation modalities



LFS: low-fidelity simulation

HFS: high-fidelity simulation

RPG: role-playing game

(/Y) : maximal score for each item of SoP scale or total score of SoP scale

Line in the box : mean

Lines of the box : confidence interval

. : non-standard values

In our study, the sense of presence scale (score out of 133) was divided into 5 subscales: realism (score out of 49), opportunity to take action (score out of 28), quality of the interface (score out of 21), opportunity to examine (score out of 21) and self-assessment (score out of 14). The total scores for the SoP and each of the subscales are shown in the figure for each of the simulation modalities studied. There was no significant difference in the total SoP score according to the simulation modality ($p=0.55$). There was no significant difference for the scores of the subscales: opportunity to take action ($p=0.25$), quality of the interface ($p=0.35$), opportunity to examine ($p=0.26$) and self-assessment ($p=0.37$) according to the simulation modalities. Only

the realism subscale showed a significantly lower difference in SBF compared with the others (p=0.04).

- *Influence of other factors*

The findings reveal that the SoP (p=0.007) is significantly lower among students compared to nurses. (Table 2) The SoP also does not change based on previous simulation experience (p=0.25). Furthermore, a higher SoP is associated with an increased sense of self-efficacy (p<0.0001). Work experience also has a significant effect on the SoP (p=0.014). The results indicate that the interdisciplinary nature of the simulation does not significantly affect the SoP (p=0.09).

Table 2. *Univariate analyses of factors influencing SoP*

Variables	SoP (Mean +- SD)	P-value
Interdisciplinarity		0.09
No	91+- 11.68	
Yes	94.08 +- 9.93	
Gender		0.8
Male	91.85 +- 10	
Female	91.55 +- 11.9	
Profession		0.007
Student	89.69 +- 11.56	
Nurse	94.94 +- 10.61	
Doctor	93.31 +- 10.85	
Simulation experience		0.25
1 to 5	90.73 +- 1.5	
6 to 10	91.86 +- 12.39	
> 10	92.11 +- 11.24	

Variable	r	r ²	P-value
Age	0.1	0.01	0.12
Professionnal experience	0.06	0.018	0.014
Sense of self-efficacy	0.38	0.15	<0.0001

Lastly, while all personality traits are linked to the SoP (Table 3), individuals with an "openness" personality trait tend to report a higher SoP than those with other personality traits.

Table 3. *Correlation between the SoP and the personality*

Personality trait	r	95% CI	p-value
Extroverted	0.14	0.0-0.26	0.03
Sympathetic	0.13	0.01-0.2	0.04
Conscientious	0.14	0.01-0.26	0.03
Emotionally stable	0.15	0.03-0.27	0.02
Open	0.25	0.12-0.36	<0.0001

- *Multivariate model*

The multivariate model results, detailed in Table 4, indicate that the variables studied explain 9.5% of the variability in SoP (p=0.0014). Notably, nurses demonstrate a significant increase in SoP (coeff = 5.32, p=0.03) compared to students, while doctors also show a positive but not statistically significant trend (coeff = 4.14, p=0.07). Personality traits such as "extroverted" (coeff = 0.48, p=0.04) and "sympathetic" (coeff = 0.71, p=0.04) positively influence "SoP." Age, gender, professional experience, simulation experience, and interdisciplinarity do not significantly impact "SoP."

Table 4. *Multivariate model based on the SoP*

Variable	Coeff	SD	P-value
Age	-0.18	0.2	0.35
Gender (Male)	0.3	1.78	0.87
Profession			
Student	-	-	-
Nurse	5.32	2.43	0.03
Doctor	4.14	2.28	0.07
Pro. Exp.	0.21	0.24	0.38
Simu. Exp.			
0	-	-	-
1 to 5	-7.02	11.70	0.65
6 to 10	-1.82	1.8	0.64
> 10	-1.55	1.72	0.54

Simulation:			
LFS	-	-	-
HFS	5.01	2.61	0.06
RPG	4.72	2.69	0.08
Procedural	5.98	3.18	0.06
<hr/>			
Interdisciplinarity (yes)	2.92	2.29	0.20
Conscientious	0.37	0.38	0.32
Emotionally stable	-0.05	0.32	0.87
Extroverted	0.48	0.24	0.04
Open	0.44	0.31	0.16
Sympathetic	0.71	0.35	0.04
<hr/>			
Adjusted R ² : 9.5%			
p: 0.0014			
SD: standard deviation			
LFS: Low Fidelity Simulation			
HFS: High Fidelity Simulation			
Pro Exp.: professional experience in years			
RPG: role-playing game			
Simu. Exp.: simulation experience (number of simulations already experienced)			

4. DISCUSSION

The present study aimed to explore the SoP in simulation modalities beyond VR. Our internal factors analysis provided insights into questions that remain in the literature. We identified several key points that require further discussion.

4.1. Variation of the SoP according to the simulation modality

This study confirmed our main hypothesis that the SoP remains constant across different simulation modalities. We found that the SoP scores were similar in all four modalities examined. This consistency highlights the significance of feeling present during each simulation, regardless of the technology used. It also suggests that the effectiveness of various modalities regarding learning outcomes may be comparable, as a positive relationship exists between these two factors (12,15).

Brackney and Priode adapted the SoP questionnaire to measure fidelity in high-fidelity simulation (HFS) (1). Their study demonstrated that the SoP questionnaire could effectively

assess physical fidelity, reinforcing the idea that the SoP is a valuable metric in simulation training. The findings of our study align with their conclusions, suggesting that adapting the SoP questionnaire can provide a robust framework for evaluating fidelity across different simulation modalities (1). This approach not only supports the assessment of presence but also enhances our understanding of how realism influences learning outcomes. By establishing a valid measurement tool, we can further explore the relationship between "SoP," realism, and educational effectiveness in simulation-based training.

4.2. Variation of the SoP according to the occupation

Another hypothesis suggested that the SoP would vary depending on the learner's occupation (8). This was partially supported by our findings. The SoP was similar for nurses and doctors but significantly lower for students. We also found a statistical correlation between work experience and SoP. This aligns with the study by Servotte et al., which reported lower SoP in undergraduate students compared to postgraduates (9). These results imply that previous clinical experience helps learners engage better in the VR environment, thus improving their SoP (21). Accumulated experiences seem to enhance interactions with simulated environments, making simulations more effective and immersive. In a related study, Brackney and Priode hypothesized that experienced students might see simulations as less realistic than those without experience (1). However, their results showed that both experienced and inexperienced students scored similarly on realism (1). Realism can be influenced by three types of fidelity: psychological, conceptual, and physical. While physical fidelity's impact on realism is relatively straightforward to measure, psychological fidelity is more challenging to assess. Previous positive experiences can enhance psychological fidelity, potentially reducing unrealistic elements in the simulation. The variability in the relationship between experience and fidelity may be influenced by the measurement tools used. For example, Brackney and Priode's scale is effective at measuring physical fidelity but may lack sensitivity to

psychological and conceptual fidelity. Our scale, however, may be better suited to evaluate these other dimensions of fidelity.

4.3. Variation of the SoP according to personality

Our results do not confirm the hypothesis that the SoP fluctuates based on individual personality traits. All traits show positive correlations, indicating no strong link between personality and SoP. This suggests the need to explore other factors like emotional involvement (22–25), motivation, commitment (25), cognitive load, pleasure (12), or narrative techniques (23,26,27). For example, research into the development of empathy emphasises that it is not personality but emotional transport that can significantly improve this skill of empathy (23). This raises questions about how we can promote emotional transport in simulations to support skill acquisition. Additionally, the role of narrative in conceptual fidelity remains underexplored; targeted narrative feedback has been shown to improve learning outcomes in surgical trainees (27). Overall, these factors of emotional transport and narrative feedback may significantly influence the experience of presence, indicating a need for a holistic approach to understand the underlying mechanisms better.

4.4. Practical implications

Further studies are needed to explore the psychological impacts and interactions between prior experiences and SoP. This observation highlights this teaching method's importance, allowing students to practice in simulations before their first patient contact. However, we must consider how to engage and foster a SoP among students who lack professional experience in these environments. While the necessity of training is well established, it is crucial to improve basic training quality to help reduce hospital mortality rates (28,29). In that sense, when implementing simulations for first contacts, the primary aim should be to ensure safety and help students become familiar with the clinical environment. Early simulations should not place undue demands on students, as they may not possess the prior psychological fidelity necessary

for more ambitious learning goals. Instead, these sessions should serve to demystify the clinical setting, providing a supportive foundation for future learning. As students gain clinical experience, we can then introduce more challenging objectives that build on their growing competence and confidence.

5. LIMITES

Only one type of questionnaire was used to examine SoP, potentially biasing the results, as no validated questionnaire exists for SoP beyond VR.

6. CONCLUSIONS

This study enhances our understanding of the SoP by looking beyond traditional simulation methods like VR. We found that SoP remains consistent, regardless of technical sophistication, indicating a need to prioritize conceptual and emotional fidelity over technical features. Further exploration of the interdisciplinary aspect could reveal how collaboration impacts learning outcomes and self-efficacy. Understanding these factors can help us optimize simulation-based education, tailoring it to maximize its educational impact and better prepare students for professional practice

7. REFERENCES

1. Brackney DE, Priode K. Back to Reality: The Use of the Presence Questionnaire for Measurement of Fidelity in Simulation. *J Nurs Meas.* 2017 Aug 1;25(2):66–73.
2. Pogson R, Henderson H, Holland M, Sumera A, Sumera K, Webster CA. Determining current approaches to the evaluation of the quality of healthcare simulation-based education provision: a scoping review. *MedEdPublish* 2016. 2023;13:207.
3. Sittner BJ, Aebersold ML, Paige JB, Graham LLM, Schram AP, Decker SI, et al. INACSL Standards of Best Practice for Simulation: Past, Present, and Future: *Nurs Educ Perspect.* 2015;36(5):294–8.

4. Bartolomé Villar B, Real Benlloch I, De La Hoz Calvo A, Coro-Montanet G. Perception of Realism and Acquisition of Clinical Skills in Simulated Pediatric Dentistry Scenarios. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Sep 9;19(18):11387.
5. Lioce L, Meakim CH, Fey MK, Chmil JV, Mariani B, Alinier G. Standards of Best Practice: Simulation Standard IX: Simulation Design. *Clin Simul Nurs*. 2015 Jun;11(6):309–15.
6. INACSL Standards of Best Practice: SimulationSM Outcomes and Objectives. *Clin Simul Nurs*. 2016 Dec;12:S13–5.
7. Coro-Montanet G, Pardo Monedero MJ, Sánchez Ituarte J, Wagner Porto Rocha H, Gomar Sancho C. Numerical Assessment Tool to Measure Realism in Clinical Simulation. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Jan 27;20(3):2247.
8. Paquay M, Goffoy J, Chevalier S, Servotte JC, Ghuysen A. Relationships Between Internal Factors, Social Factors and the Sense of Presence in Virtual Reality-Based Simulations. *Clin Simul Nurs*. 2022 Jan;62:1–11.
9. Servotte JC, Goosse M, Campbell SH, Dardenne N, Pilote B, Simoneau IL, et al. Virtual Reality Experience: Immersion, Sense of Presence, and Cybersickness. *Clin Simul Nurs*. 2020 Jan;38:35–43.
10. Chevalier S, Paquay M, Goffoy J, Servotte JC, Stipulante S, Ghuysen A. Impact of virtual reality on performance among undergraduate healthcare professionals: A cross-sectional study. *Int J Healthc Manag*. 2023 Nov 10;1–10.
11. Riches S, Elghany S, Garety P, Rus-Calafell M, Valmaggia L. Factors Affecting Sense of Presence in a Virtual Reality Social Environment: A Qualitative Study. *Cyberpsychology Behav Soc Netw*. 2019 Apr;22(4):288–92.

12. Krassmann AL, Melo M, Pinto D, Peixoto B, Bessa M, Bercht M. What Is the Relationship between the Sense of Presence and Learning in Virtual Reality? A 24-Year Systematic Literature Review. *PRESENCE Virtual Augment Real.* 2022 May 13;28:247–65.
13. Norman G, Dore K, Grierson L. The minimal relationship between simulation fidelity and transfer of learning. *Med Educ.* 2012 Jul;46(7):636–47.
14. MacLean S, Geddes F, Kelly M, Della P. Realism and Presence in Simulation: Nursing Student Perceptions and Learning Outcomes. *J Nurs Educ.* 2019 Jun;58(6):330–8.
15. Grassini S, Laumann K, Rasmussen Skogstad M. The Use of Virtual Reality Alone Does Not Promote Training Performance (but Sense of Presence Does). *Front Psychol.* 2020 Jul 17;11:1743.
16. Thisgaard M, Makransky G. Virtual Learning Simulations in High School: Effects on Cognitive and Non-cognitive Outcomes and Implications on the Development of STEM Academic and Career Choice. *Front Psychol.* 2017 May 30;8:805.
17. Robillard G, Bouchard S, Renaud P, Cournoyer L. Validation Canadienne-Française de deux mesures importantes en realite virtuelle: l’Immersive Tendencies questionnaire et le Presence questionnaire. Poster presented at the 25 e congrès de la Société Québécoise pour la Recherche en Psychologie (SQRP), [Internet]. 2002. Available from: <http://w3.uqo.ca/cyberpsy/index.php/documents-utiles/>
18. Witmer BG, Singer MJ. Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence Teleoperators Virtual Environ.* 1998 Jun;7(3):225–40.
19. Lioce L, editor. *Healthcare Simulation Dictionary* [Internet]. Second. Agency for Healthcare Research and Quality; 2020 [cited 2024 Jun 6]. Available from: <https://www.ahrq.gov/patient-safety/resources/simulation/terms.html>
20. Storme M, Tavani JL, Myszkowski N. Psychometric Properties of the French Ten-Item Personality Inventory (TIPI). *J Individ Differ.* 2016 Apr;37(2):81–7.

21. Pottle J. Virtual reality and the transformation of medical education. *Future Healthc J.* 2019 Oct;6(3):181–5.
22. Alsina-Jurnet I, Gutiérrez-Maldonado J. Influence of personality and individual abilities on the sense of presence experienced in anxiety triggering virtual environments. *Int J Hum-Comput Stud.* 2010 Oct;68(10):788–801.
23. Bal PM, Veltkamp M. How does fiction reading influence empathy? An experimental investigation on the role of emotional transportation. *PloS One.* 2013;8(1):e55341.
24. Diemer J, Alpers GW, Peperkorn HM, Shibani Y, Mühlberger A. The impact of perception and presence on emotional reactions: a review of research in virtual reality. *Front Psychol* [Internet]. 2015 Jan 30 [cited 2024 Jun 9];6. Available from: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2015.00026/abstract>
25. Yang S, Zhang W. Presence and Flow in the Context of Virtual Reality Storytelling: What Influences Enjoyment in Virtual Environments? *Cyberpsychology Behav Soc Netw.* 2022 Feb 1;25(2):101–9.
26. Anacleto S, Mota P, Fernandes V, Carvalho N, Morais N, Passos P, et al. Can narration and guidance in video-enhanced learning improve performance on E-BLUS exercises? *Cent Eur J Urol.* 2021;74(1):131–8.
27. Larkins K, Mohamed JE, Mohan H, Heriot A, Warriar S. How I Do It: Structured Narration for Cognitive Simulation-based Training in Robotic Surgery. *J Surg Educ.* 2023 May;80(5):624–8.
28. Haegdorens F, Van Bogaert P, De Meester K, Monsieurs KG. The impact of nurse staffing levels and nurse's education on patient mortality in medical and surgical wards: an observational multicentre study. *BMC Health Serv Res.* 2019 Dec;19(1):864.
29. Wieczorek-Wójcik B, Gaworska-Krzemińska A, Szykiewicz P, Wójcik M, Orzechowska M, Kilańska D. Cost-Effectiveness Analysis of Improving Nurses' Education

Level in the Context of In-Hospital Mortality. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Jan 17;19(2):996.

Article 6.

Chevalier, S., Paquay, M., Krutzen, S., Ghuysen, A. & Stipulante, S. (2025). Learning technical skills in simulation: Shared training for medical students and advanced practice nurses. *Clinical Simulation in Nursing*, 98.

Learning technical skills in simulation: shared training for medical students and advanced practice nurses

Abstract

Introduction: As part of their initial training, advanced practice nurses (APN) and medical students (MS) benefit from distinct trainings in specific technical procedures. However, some of these technical procedures may be the same between. Implementing a shared training through simulation might hold significant potential. The aim of this research was to compare the learning impact of a shared simulation-based training for plaster and suture procedures among APN students compared to MS.

Methods: This research is a quantitative study with qualitative components. Procedural simulation training, preceded by e-learning including theoretical contributions on sutures and plasters, was systematically conducted to enhance the proficiency of wound suturing (individual stitches consisting of three loops) and plastering skills (below knee cast) among both groups of students. These students were selected through a convenience sampling. Different questionnaires and evaluation checklists were used to compare parameters between these groups. Individual semi-structured interviews were conducted for a comprehensive understanding of the participants' experiences.

Results: This study included a total of nine APNs and 13 MS. At the end of the plaster and sutures training, APN and MS showed no significant differences in performance (p-value =

0.30–0.08), satisfaction (p-value = 0.52-0.33), knowledge (p-value = 0.09–0.28) or self-confidence (p-value = 0.16–0.97).

Conclusions: This study reveals similar learning for technical procedures studied between MS and APN, underscoring the importance of developing interdisciplinary training courses. This study highlights the collaborative effectiveness of e-learning and procedural simulation in advancing the technical skills of both APN and medical students.

Keywords: interdisciplinary, advanced practice nurses, technical skills, simulation, physician

1. INTRODUCTION

Since the 1960s, most industrialised countries have been facing increasing healthcare needs and a shortage of primary care physicians (30). In this context, nursing care has evolved to introduce the notion of advanced practice into the healthcare continuum. Advanced practice nurses (APN) are registered nurses with master's degrees with advanced education. According to the International Council of Nurses, the advanced practice nurse is defined as:

a generalist or specialized nurse who has acquired, through additional graduate education (minimum of a master's degree), the expert knowledge base, complex decision-making skills and clinical competencies for Advanced Nursing Practice, the characteristics of which are shaped by the context in which they are credentialed to practice. (31)

APN have additional scopes of practice (32) are crucial for the advancement of healthcare systems, improving access to care, and achieving better health outcomes for individuals while reducing healthcare expenses (33).

The former nurse practitioner program was launched at the University of Colorado in 1965 by Dr. Loretta Ford and Dr. Henry Silver (32). Initially, APN included several clinical practice domains, such as clinical nurse specialists, nurse midwives, and nurse practitioners (32). The evolution of this role has varied globally in response to diverse health challenges (34). In many countries, APN is a profession that is rapidly expanding in healthcare (35). The European Federation of Nurses' survey on current advanced practice frameworks and development in Europe revealed significant variation in how countries define and regulate advanced practice nursing at academic and practice levels (35). Therefore, standards for education and practice among APNs have been implemented differently in each country (35,36). In some European countries, such as Belgium, advanced practice is still in its early stages, and the training program is under construction (35).

As part of these training programs, both clinical and non-technical skills should be taught. Clinical skills include direct clinical practice and clinical judgment; non-technical skills include research, leadership, and ethical decision-making (37). Clinical simulation stands as a pivotal element in promoting these skills (37), as it helps to narrow the gap between theory and practice (38). To carry out these simulations, the International Nursing Association for Clinical Simulation and Learning (INACSL) recommends the use of healthcare simulation standards best practice (prebriefing, simulation design, facilitation, debriefing, etc.) (39). These guidelines ensure high-quality simulation educational programs. Interprofessional collaboration, which is considered to be a pillar of APN training programs, is also a best practice (37).

During their initial training, advanced practice nurses (APN) benefit from some simulation for non-technical and technical skills. Some of these technical procedures, such as suturing or plastering procedures, may be shared between APN and medical students (MS) training programs. The implementation of a shared simulation-based training between APN and MS could offer significant impact.

2. THEORETICAL FRAMEWORK

The development of shared training between APNs and MS during their training could be an interesting approach. These programs have the potential to play a crucial role in fortifying interdisciplinary skills, fostering improved mutual understanding, and laying the groundwork for enhanced collaboration in the future (40). The broader integration into initial training programs, especially within procedural simulation, could significantly enhance their impact and effectiveness. This shared approach aims to ensure technical proficiency between APN and MS. Implementation of SimZone serves as a valuable approach to align methods and objectives in simulation (41). These SimZones offer a conceptual framework, delineating learning goals, event types, learner profiles, and simulation details. Ranging from zero (automatic feedback)

to four (real debriefing and development), SimZone One, which is focused on teaching fundamental clinical skills, aligns with Miller's skills assessment pyramid, associating knowledge and skills levels (42). Practical achievements in this SimZone are assessed by field experts, ensuring that learning is acquired. This approach provides a strong conceptual framework to guide skill assessment and the development of a simulation-based learning path in this study.

Our study advocates for integrating interdisciplinary technical simulations for APNs and MS early in their education. We aimed to evaluate and compare the impact of a shared simulation training program on suturing and plastering skills in both groups.

3. METHODS

3.1. Study design

A longitudinal cohort study was performed to address the following research question: "What is the impact of a shared procedural simulation training on suture and plaster cast among APN students and MS in initial training?"

In this study, the term "procedural simulation training" refers to simulations designed to teach technical procedures. "Shared design" indicates that both APN and MS undergo the same simulation training, with similar learning objectives, instructors, and content. The term "initial training" describes the level of the course program provided before obtaining the diploma.

3.2. Population

APN population consists of students in the second year of a master's program. Their training involves two years of master's studies following a bachelor's degree in nursing. Currently, there is no specialization for APNs; the training remains general for all APN students. These students are already qualified nurses, with some having prior work experience as nurses before starting their master's program to become APNs.

The medical student population comprises students in the third year of their master's program. Their education includes three years of undergraduate studies followed by three years of master's studies, after which they specialize in their chosen field. At this stage, these students have completed clinical internships during which they have performed various technical procedures.

3.3. Procedural simulation

3.3.1. Design of simulation

The APN training program in Belgium started in 2021. However, the legislation governing this training is still pending. Identifying key technical procedures was the first step, with plastering and suturing found to be most relevant based on a survey of Belgian physicians and emergency nurses. A simulation training program was developed to teach these skills. Such simulations are already used for MS and reflection was made to broaden to APN.

The shared simulation training was created in accordance with the Standards of Best Practice for SimulationSM (39). This design was analyzed and discussed by a group of experts in simulation, emergency medicine and nursing. The Standards of Best Practice: Simulation-Enhanced Interprofessional Education (Sim-IPE) served as the foundation for this shared training (43). They were used to guarantee the educational quality of the simulations. The general objective of these training was to be able to perform five individual stitches (each consisting of three loops) and a below-knee cast. The practice of wound suturing has been realized on the pig's trotter, and the plaster was made directly on the learners. The exercises of simulation underwent validation for relevance by teachers from these departments.

3.3.2. E-learning courses

Prior to the study, participants received an initial communication via email outlining the study's objectives, progress, and anticipated utilization of results. A subsequent email was dispatched, enclosing questionnaires for sutures and plasters (experience, knowledge, self-efficacy) to be

completed before the e-learning course for the pre-test (T0). They could complete the questionnaire online or return it on paper on training day. Following this, participants were invited to engage in the online e-learning module (SimZone Zero), which explained the necessary equipment and provided guidance on executing the designated technical procedure. Experts in simulation and emergency medicine created this e-learning for medical students prior to this study.

3.3.3. *Pre-briefing, briefing and simulation*

On the simulation day (T1), participants were asked to complete paper questionnaires about sutures and plasters (knowledge, self-efficacy, learning satisfaction and self-confidence) for a pre-test before the pre-briefing. After that, a standardized pre-briefing has been realized by an emergency physician (EP). During this pre-briefing, the EP explains the process of training, the material, the objective and simulation principles. Then, the EP conducted a theoretical overview and a demonstration of the procedure (SimZone One). First, the EP showed the whole technical procedure, then repeated the act more slowly, explaining the different steps. The students took turns making plasters and sutures. For plasters, they realized a below knee cast on another participant. For sutures, they realized a simple wound with three loops on the pig's feet. Following that, participants actively engaged in the procedure, with the EP addressing questions and providing corrections as needed. After the simulation session, they completed the same questionnaires as at the beginning of training (T2) (knowledge, self-efficacy, learning satisfaction and self-confidence).

3.3.4. *Facilitators*

The EP leading the training sessions holds a one-year university certificate in simulation, with specialized training in Debriefing With Good Judgment. With over 25 years of clinical expertise, this EP is also experienced in mentoring students during formative and certification

sessions, ensuring a well-rounded and adaptive teaching approach tailored to the needs of each participant.

3.3.5. *Debriefing*

At the end of the training, instructors used the PEARLS method for debriefing. This included a phase on participants' perceptions, a phase for analyzing procedures and a final summary phase. Participants were then filmed performing the procedure for a final assessment by a panel of experts (T3). Afterward, they took part in individual face-to-face interviews (T4) where they shared their views on the training program, their expectations, satisfaction levels, and any suggestions for improvement.

3.4. Recruitment

A nonprobability convenience sampling method was employed for this study, with the sample consisting of final-year students from two distinct healthcare professional groups: medical students and APN students. In the study, all students in both disciplines were included. The sole exclusion criterion for study participation was the absence of consent from an individual participant.

These simulation sessions were included in their course programs, either as part of their emergency internship (MS) or as part of their professional integration course (APN). Participation in these sessions was not compulsory. Participants were invited based on their availability through email communication from the Center for Medical Simulation at the University of Liège. To limit confounding bias, some efforts were made to standardize the training by using the same simulation-trained instructor and a standardized simulation session with clearly defined objectives. In addition, differences in experience in performing the technical procedures studied were investigated using the experience questionnaire.

3.5. Data Collection

3.5.1. Planning

This study was conducted between Four October 2022, and Ten January 2023. Several training sessions were organized to support small-group instruction for students. Data were collected through paper questionnaires for the simulation day and online for the time before the e-learning.

3.5.2. Assessment Instruments

The non-validated questionnaires (covering socio-demographic data, experience, knowledge, self-efficacy, and performance with plasters) were developed by the research team, which included experts in simulation, one emergency physician and one emergency nurse. These questionnaires were created because no specific tools for these variables were available in the literature. Before use, the questionnaires were reviewed and validated by six experts in simulation, emergency medicine, and statistics

The observation grid for plaster casting performance was sent to three EPs. Experts validated overall understanding and relevance using a Likert scale (ranging from one = “not at all relevant” to seven = “very relevant”). The questionnaires were considered validated if the mean scores were greater than or equal to six and the interquartile range was less than or equal to one. This score had to be maintained for two consecutive rounds of Delphi. This questionnaire was validated in three Delphi rounds. The psychometric properties of the questionnaires were not measured. The other questionnaires (satisfaction, self-confidence and performance on sutures) are validated in the literature.

The following variables were collected at various times during the study (T0, T1, T2, T3 and T4):

- Socio-demographic and experience (T0)
- Knowledge (T0, T1, T2)

- Self-efficacy (T0, T1, T2)
- Student Satisfaction and Self-Confidence in Learning (T1, T2)
- Performance (T3)
- Qualitative Interviews (T4)

3.6. Data Analysis

For quantitative data, Rx64 Commander® (version 4.2.2) was used for all statistical analysis. Descriptive statistics were performed to examine the socio-professional characteristics of our two groups, using tests of proportions (chi-squared) expressed as rates and percentages. Statistical tests were used to compare the different variables of the two procedures with respect to the initial training of the two groups. Mann-Whitney tests were performed for asymmetric variables. Other statistical tests were conducted on changes in these variables (APNs/medical students/all) throughout the course (T0, T1, T2). The Wilcoxon signed rank test was used for statistics measured over two time periods. The Friedman test was calculated to examine changes in various variables over three time points when the distribution of residuals deviated from normality. Subsequently, for significant Friedman test results, pairwise comparisons were conducted using the Wilcoxon test (T2–T0, T2–T1, T1–T0), employing the Bonferroni method ($p = 0.017$). Quantitative variables were described by the median and interquartile ranges when the normal distribution was not respected. For all statistical interpretations, the alpha level was set at a standard of 5%. The different variables and their explanations are represented in Table 1.

Table 1. *Variables and explanations*

Variables		Categories	Modality of response	Explanations
Socio-demographic and experience	Type of study	Qualitative nominal – binary	APN training - medical training	Participants were asked to select the type of study they were pursuing: APN training or medical training.
	Gender	Qualitative nominal – binary	Male – Female	Participants were asked to select their gender: male or female.
	Age	Quantitative continuous	In years	Participants were asked to indicate their age in years.
	Study level	Qualitative nominal - binary	Second year of Master APN – Third year of Master medicine	They had to select their year of study from: second year of Master APN or third year of Master medicine.
	Professional experience	Qualitative nominal – binary	Yes – no	Participants were asked to indicate whether they had ever worked as a nurse or doctor prior to the study.
	Years of professional experience	Quantitative continuous	In years	If they had previously worked as a nurse or doctor, they were asked to indicate the number of years of professional experience.
	Preliminary training for plasters and sutures	Qualitative nominal – binary	Yes – no	Participants were asked to indicate whether they had received suture and plasters training (theoretical and/or practical) prior to this study.
	Previous observation of sutures / plasters	Qualitative nominal – binary	Yes - no	Participants were asked if they had ever observed casting or suturing during their clinical training.

	Sutures performed beforehand	Qualitative nominal – binary	Yes – no	Participants were asked to indicate whether they had ever had the opportunity to perform sutures prior to the study.
	Preliminary plastering	Qualitative nominal – binary	Yes – no	Participants were asked to indicate whether they had ever had the opportunity to make plaster casts prior to the study.
Knowledge		Quantitative discrete	0 to 20	The questionnaire consisted of 20 true-or-false questions designed to evaluate theoretical knowledge of sutures and plaster casts procedures and material. The cumulative correct answers determined a score out of 20 (0 = wrong answer, +1 = correct answer). This questionnaire had already been used in previous training courses at the medical simulation center.
Self-efficacy		Quantitative discrete	0 to 20	The questionnaire aimed to assess students' confidence in acquiring technical skills (sutures and plasters). Students indicated their agreement level for each item using a scale from zero ("strongly disagree") to five ("strongly agree"). They estimated their knowledge, capacity for intervention, and technical skills in their learning path. The overall score, obtained by summing each item, was then calculated as a score out of 20.

Satisfaction	Quantitative discrete	0 to 20	The study employed the Student Satisfaction with Learning Scale (SSLS) and Confidence in Learning Using Simulation Scale (CLUSS) scales to evaluate satisfaction and self-confidence in simulation, as proposed by Jeffries (Jeffries, 2005). In both surveys, students assigned a score from one (“totally disagree”) to five (“totally agree”) for each statement. The total scores for SSLS and CLUSS were determined by summing the scores for each item.
Self-confidence	Quantitative discrete	0 to 20	
Performances	Quantitative discrete	0 to 20	Following the training, students were recorded executing various technical procedures, including making five individual stitches (each consisting of three loops) and applying below knee cast. These recordings underwent a blind assessment by four EP who specialize in acute medicine, utilizing a validated suture performance grid (Bottet et al., 2019). This grid had been used to evaluate students in an Objective structured clinical examination (OSCE). The plaster cast performance evaluation grid was validated beforehand by the panel of experts.

			<p>Experts assigned scores to each item on the grids, ranging from zero (“very inadequate”) to four (“very good”), and recorded general comments if necessary. Grid scores were calculated by summing individual item scores, and an average score, based on assessments from various experts, was calculated on a scale out of 20.</p>
--	--	--	---

For qualitative data, the researcher used a voice recorder on his computer to record the responses of interviews. The researcher then listened to the recordings again and transcribed them manually. A second researcher checked the quality of the transcriptions to avoid errors. For each interview, the researcher fluoridated the various verbatims that emerged in the answers to each question. Then, he grouped these verbatims into themes for each question. For both APN and medical students, this thematic analysis was carried out for each question. The researcher then noted the frequency of the themes' appearance for each question. Finally, the themes were reviewed by three researchers to ensure consistency.

3.7. Ethical Considerations

This study was approved by the ethical committee of Liege University’s Medicine Faculty (reference number: 2022/195). All participants provided written informed consent to participate in the study. Additionally, they signed an authorization allowing for filming. Pseudo-anonymization was implemented for questionnaires and videos. This pseudo-anonymization consisted of assignat a specific code to each student to safeguard their identity (unique 6-letter codes).

4. RESULTS

4.1 Study Sample

A total of 22 students participated in this study, including nine APN students and 13 medical students. Table 2 summarizes the experience with sutures and plaster casts and the sociodemographic characteristics of the sample.

Table 2. *Sociodemographic and experience variables*

Variables n (%)	APN students (n = 9)	Medical students (n = 13)
Gender		
Male	1 (11%)	7 (54%)
Female	8 (89%)	6 (46%)
Age (in years) median		
	29	24
Study level		
Second year of Master APN	9 (100%)	NA
Third year of Master medicine	NA	13 (100%)
Professional experience		
Yes	7 (77%)	0 (100%)
No	2 (33%)	13 (0%)
Years of professional experience median*		
	4	0
Preliminary training for plasters and sutures	2 (22.2%)	3 (23.1%)
Previous observation of sutures/plaster casts	7 (77.8%)	13 (100%)
Sutures performed beforehand	2 (22.2%)	12 (92.3%)
Preliminary plastering	2 (22.2%)	7 (53.8%)

*For participants who answered yes to the question about professional experience
NA = not applicable

4.2. Quantitative Results

The variables studied were analysed at different times during the study for APNs and medical students in initial training. The evolution of the variables at different times according to training was analysed for sutures and plaster casts (Table 3).

Table 3. Analysis of suture/plaster training variables

Variables	Times	Suture training			Plaster cast training		
		APN students (n = 9) P50 (P25– P75)	Medical students (n = 13) P50 (P25– P75)	P-value	APN students (n = 7) P50 (P25– P75)	Medical students (n = 13) P50 (P25– P75)	P-value
Knowledge	T0	13 (13–14)	15 (14–17)	< 0.01*	18 (15–18)	15 (14–17)	0.23
	T1	16 (15–17)	16 (15–18)	0.46	19 (15.5– 19)	18 (16–19)	0.97
	T2	15 (15–16)	17 (15–17)	0.09	18 (16–18)	18 (17–19)	0.28
Self-efficacy	T0	12.3 (11.3–14)	16 (15– 17.3)	< 0.001*	5.3 (3–8)	12 (7.3–14)	0.10
	T1	15.3 (13– 16.3)	17 (16–17)	0.02*	12 (7.65– 13.65)	15.3 (14– 17.3)	0.02*
	T2	17.7 (17– 18)	19.3 (17.7– 19.3)	0.40	15.3 (13– 17)	18.6 (17.3– 19.3)	0.01*
Satisfaction	T1	15.2 (12.8– 16.8)	16 (14.4– 16.8)	0.92	15.2 (12– 16)	16 (15.2– 16)	0.20

	T2	20 (20–20)	20 (18.4–20)	0.52	20 (18.8–20)	19.2 (16.8–20)	0.33
Self-confidence	T1	16.5 (14.5–17)	15.5 (15–16.5)	0.50	15 (14.5–16.75)	14.5 (14–15.5)	0.40
	T2	16.5 (16–18.5)	16.5 (16–18.5)	0.16	17.5 (16.25–18)	17 (16–18.5)	0.97
Performance	T3	14 (14–17)	16.5 (15–16.5)	0.30	16 (15.5–17)	17.25 (16.625–17.5)	0.08

APN = Advanced practice nurse

For sutures, the difference in knowledge at T0 between the two groups was significant (< 0.01), with the medical students having more knowledge than the APN students. The difference in sense of self-efficacy between the two groups was highly significant at T0 (< 0.001), significant at T1 ($p = 0.02$), and not significant at T2 ($p = 0.4$). Medical students had a higher sense of self-efficacy than APNs at both T0 and T1. The differences in satisfaction, self-confidence, and performance variables compared at different times in the two groups studied were not statistically significant.

For plaster casts, the differences between the two groups regarding knowledge, satisfaction, and self-confidence at the three time points were not significant. Only the difference in the sense of self-efficacy between the two groups was significant at T1 ($p = 0.02$) and T2 ($p = 0.01$) and was higher among the medical students than among the APNs at T1 and T2. The difference in plaster cast performance between the two groups studied was not significant.

4.3 Qualitative Results

Based on post-session interviews, the participants, especially APNs, recognized the value of the teaching approach for sutures, though opinions varied for the plaster casts. While suture skills were perceived as fully acquired, proficiency in casts, particularly for APNs, was viewed

as partial, prompting a desire for more practice. Both groups expressed overall satisfaction, highlighting the effectiveness of a small-group procedural simulation supervised by an EP. This approach was commended for providing a learning environment characterized by limited stress and safety that was conducive to the participants learning from their mistakes. Participants suggested improvements, including more theoretical content in the plaster casts e-learning module, a precise equipment list, and summary sheets outlining key procedural elements. They also underlined the importance of interdisciplinary training in the future. These training courses would provide a better understanding and knowledge of other disciplines. The detailed qualitative analyses are available in Appendices (Appendix A and B).

5. DISCUSSION

This study examined how future APNs and physicians acquire technical skills in interprofessional simulation. The emergence of APNs in global healthcare systems, tasked with specific medical procedures, underscores the significance of this research. Previous literature has highlighted a gap in comparing the training performance of APNs and physicians (44).

5.1. Blended learning

Our findings showed that simulation did not significantly improve knowledge, contradicting earlier studies (45–47). We believe that the sequence of e-learning and simulation sessions influenced the results. Notably, only e-learning for plaster application effectively mitigated significant knowledge disparities observed at the onset of training between APNs and medical students.

E-learning improves the knowledge of learners, especially among groups lacking previous training (48,49). However, several studies advocate for its use as a supplementary tool alongside traditional teaching methods or within simulation contexts (50). No gaps in suturing knowledge were found, potentially attributed to learners' pre-existing knowledge from prior experiences. Our findings suggest that e-learning based on students' prior experience could enhance

knowledge. Simulation facilitates the practical application of knowledge within an experiential context (51,52). E-learning and simulation are regarded as essential, indispensable, and interdependent components (52) to enhance self-efficacy, self-confidence, and satisfaction (53). However, regarding new procedures, extending simulation sessions to allow for repeated practice may be advisable, fostering a high level of self-efficacy, even among novices.

At the onset of the suturing training, a significant disparity in self-confidence was observed between the two groups, which was mitigated using simulation. Similar to previous studies, APNs experienced a boost in their confidence (47,54,55), though their confidence level remained lower than that of the medical trainees. This discrepancy may be due to variations in initial training, prior procedural experiences or teaching methods. Conversely, in plaster cast training, in which participants started with similar levels of experience, the difference in confidence reversed as training progressed, especially among medical trainees. This shift may be linked to the nature and definition of their profession, as learners who are confident in their abilities may be attracted more to medical careers (56). Certainly, differences in teaching methodologies likely exist between physicians and nursing profiles, influenced by cultural norms and educational traditions. These disparities could significantly affect how individuals respond to simulations and perceive their competencies. For example, medical education often focuses on diagnosis and treatment, while nursing emphasizes patient care and communication. This leads to different simulation approaches: physicians focus on technical skills, while nurses prioritize patient care and teamwork. Understanding these differences is crucial for improving training and fostering collaboration in healthcare (57,58).

5.2. Performances

In this study, MS and APN students showed no significant difference in suturing and casting skills. A previous study also found that APNs and doctors had similar clinical performance in online patient simulations initially (44). As the simulations progressed, both groups

demonstrated improvement, leading to the disappearance of differences in practice and highlighting the significance of standardized simulation training (44). Another study found that APNs performed laser capsulotomies just as well as experienced ophthalmologists (59). This similarity in outcomes was attributed to the advanced training and extensive clinical experience of APNs, who often handle a wide range of cases (59). Past research, however, has provided nuanced perspectives on the equivalence of performance (60). In a study on rapid ECG interpretation for myocardial infarction, the diagnostic accuracy and interpretation sensitivity improved with the level of training (60). APNs with more than ten years of experience demonstrated diagnostic proficiency equivalent to that of fifth-year physician assistants but remained inferior to that of expert physicians (60). This suggests that standardized training and experience are crucial factors in achieving comparable performances among healthcare professionals.

The complexity of tasks can have a significant impact on procedural simulation (61). For simple tasks, performance remains steady, regardless of training. For instance, a study showed no difference in infection rates between MS and experienced doctors (62). However, in complex tasks like microsurgery, differences in performance between surgical assistants and surgeons become apparent (63). Simulations seem able to effectively teach basic techniques but can't replace real-world experience for more advanced technical abilities. Achieving the level of expertise demonstrated by expert professionals requires extensive practice and knowledge reinforcement, which may be impractical and resource-intensive within a simulation setting. Therefore, it would be worthwhile to look more closely at the simple acts to be taught to APNs for which procedural simulation would be genuinely efficient, so as not to allocate human and material resources for unattainable objectives (64).

5.3. Interdisciplinary Training

This study integrated MS and APN in a shared training without causing significant differences in student satisfaction, performance, or self-efficacy. These findings suggest the potential for future interdisciplinary training, which could mitigate tribalism within healthcare settings (65). Students suggested that shared training enhanced their learning. They also emphasized the value of interdisciplinary interactions for gaining insights into other professions and for fostering effective teamwork in the future. A wealth of research has illustrated the capacity of simulation to diminish tribalism and enhance interprofessional collaboration. (66,67). For example, research has revealed that simulation-based training leads to increased communication and cooperation among healthcare professionals, as well as greater appreciation for the expertise and perspectives of other disciplines. Simulation encourages interprofessional collaboration by bringing together students from various disciplines in a shared simulated clinical environment, fostering a sense of teamwork and mutual respect (68). Through shared experiences and interactions, students gain a deeper understanding of each other's roles and contributions to patient care, breaking down barriers and promoting a more cohesive healthcare team (69). Addressing these challenges necessitates a systematic approach informed by implementation science principles, with a focus on understanding the factors that facilitate or hinder the adoption and integration of evidence-based practices in real-world settings. By applying implementation science methodologies, educators and healthcare institutions could better identify the barriers and facilitators to implementing interdisciplinary simulations (70).

6. LIMITATIONS

This study may be affected by selection bias, as participants were included without prior selection and had diverse educational backgrounds. The small sample size limits the generalizability of the findings, thereby warranting caution. Moreover, medical students had prior suturing experience while APNs did not, potentially influencing their technical skills.

Despite training APN and medical students at different times, efforts were made to standardize the instruction by using the same simulation-trained instructor and standardized simulation sessions with clearly defined objectives. Furthermore, to ensure consistency throughout the sessions, the same member of the research team attended them all.

7. CONCLUSIONS

Our study highlights the effectiveness of procedural simulation in achieving similar levels of technical skills acquisition among future APNs and physicians. Despite the varying backgrounds and experiences of our participants, the findings underscore the potential of such a training method to foster equal levels of satisfaction, performance, and self-efficacy across the diverse group. Moreover, the role of e-learning in learning pathways appeared to be an important tool in promoting autonomous learning. In the future, we feel it is imperative to explore how cultural norms within each discipline may influence learning processes and devise strategies for the optimal implementation of interdisciplinary simulation training.

8. REFERENCES

1. Savard I, Al Hakim G, Kilpatrick K. The added value of the nurse practitioner: An evolutionary concept analysis. *Nurs Open*. 2023 Apr;10(4):2540–51.
2. International Council of Nurses. Guidelines on advanced practice nursing 2020 [Internet]. 2020. Available from: https://www.icn.ch/system/files/documents/2020-04/ICN_APN%20Report_EN_WEB.pdf.
3. Boehning A, Punsalan L. Advanced Practice Registered Nurse Roles Stat Pearls. 2024; Available from: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=medp&NEWS=N&AN=36944002>

4. Htay M, Whitehead D. The effectiveness of the role of advanced nurse practitioners compared to physician-led or usual care: A systematic review. *Int J Nurs Stud Adv*. 2021 Nov;3:100034.
5. Torrens C, Campbell P, Hoskins G, Strachan H, Wells M, Cunningham M, et al. Barriers and facilitators to the implementation of the advanced nurse practitioner role in primary care settings: A scoping review. *Int J Nurs Stud*. 2020 Apr;104:103443.
6. De Raeve P, Davidson PM, Bergs J, Patch M, Jack SM, Castro-Ayala A, et al. Advanced practice nursing in Europe—Results from a pan-European survey of 35 countries. *J Adv Nurs*. 2024 Jan;80(1):377–86.
7. Campo TM, Comer A, Dowling Evans D, Kincaid K, Norton L, Ramirez EG, et al. Practice Standards for the Emergency Nurse Practitioner Specialty. *Adv Emerg Nurs J*. 2018 Oct;40(4):240–5.
8. San Martín-Rodríguez L, Soto-Ruiz N, Escalada-Hernández P. Academic training for advanced practice nurses: International perspective. *Enferm Clínica Engl Ed*. 2019 Mar;29(2):125–30.
9. Koukourikos K, Tsaloglidou A, Kourkouta L, Papathanasiou I, Iliadis C, Fratzana A, et al. Simulation in Clinical Nursing Education. *Acta Inform Medica*. 2021;29(1):15.
10. Watts PI, Rossler K, Bowler F, Miller C, Charnetski M, Decker S, et al. Onward and Upward: Introducing the Healthcare Simulation Standards of Best Practice™. *Clin Simul Nurs*. 2021 Sep;58:1–4.
11. Kauff M, Bührmann T, Gölz F, Simon L, Lüers G, Van Kampen S, et al. Teaching interprofessional collaboration among future healthcare professionals. *Front Psychol*. 2023 May 26;14:1185730.
12. Roussin C, Sawyer T, Weinstock P. Assessing competency using simulation: the SimZones approach. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn*. 2020 Sep;6(5):262–7.

13. Roussin CJ, Weinstock P. SimZones: An Organizational Innovation for Simulation Programs and Centers. *Acad Med.* 2017 Aug;92(8):1114–20.
14. Decker SI, Anderson M, Boese T, Epps C, McCarthy J, Motola I, et al. Standards of Best Practice: Simulation Standard VIII: Simulation-Enhanced Interprofessional Education (Sim-IPE). *Clin Simul Nurs.* 2015 Jun;11(6):293–7.
15. Johnson D, Ouenes O, Letson D, De Belen E, Kubal T, Czarnecki C, et al. A Direct Comparison of the Clinical Practice Patterns of Advanced Practice Providers and Doctors. *Am J Med.* 2019 Nov;132(11):e778–85.
16. Mariani B, Ross JG, Paparella S, Allen LR. Medication Safety Simulation to Assess Student Knowledge and Competence. *Clin Simul Nurs.* 2017 May;13(5):210–6.
17. Padilha JM, Machado PP, Ribeiro A, Ramos J, Costa P. Clinical Virtual Simulation in Nursing Education: Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res.* 2019 Mar 18;21(3):e11529.
18. Warren JN, Luctkar-Flude M, Godfrey C, Lukewich J. A systematic review of the effectiveness of simulation-based education on satisfaction and learning outcomes in nurse practitioner programs. *Nurse Educ Today.* 2016 Nov;46:99–108.
19. Elshareif E, Mohamed EA. The Effects of E-Learning on Students' Motivation to Learn in Higher Education. *Online Learn [Internet].* 2021 Sep 1 [cited 2024 Aug 28];25(3). Available from: <https://olj.onlinelearningconsortium.org/index.php/olj/article/view/2336>
20. Feng J, Chang Y, Chang H, Erdley WS, Lin C, Chang Y. Systematic Review of Effectiveness of Situated E-Learning on Medical and Nursing Education. *Worldviews Evid Based Nurs.* 2013 Aug;10(3):174–83.
21. McDonald EW, Boulton JL, Davis JL. E-learning and nursing assessment skills and knowledge – An integrative review. *Nurse Educ Today.* 2018 Jul;66:166–74.

22. Boling B, Hardin-Pierce M. The effect of high-fidelity simulation on knowledge and confidence in critical care training: An integrative review. *Nurse Educ Pract.* 2016 Jan;16(1):287–93.
23. Avadhani A. Should procedural skills be a part of the Acute Care Nurse Practitioner curriculum? *Nurse Educ Today.* 2017 Mar;50:115–8.
24. Alrashidi N, Pasay An E, Alrashedi MS, Alqarni AS, Gonzales F, Bassuni EM, et al. Effects of simulation in improving the self-confidence of student nurses in clinical practice: a systematic review. *BMC Med Educ.* 2023 Oct 30;23(1):815.
25. Fadale KL, Tucker D, Dungan J, Sabol V. Improving Nurses' Vasopressor Titration Skills and Self-Efficacy via Simulation-Based Learning. *Clin Simul Nurs.* 2014 Jun;10(6):e291–9.
26. Secheresse T, Usseglio P, Joriz C, Habold D. Simulation haute-fidélité et sentiment d'efficacité personnelle. Une approche pour appréhender l'intérêt de la simulation en santé. *Anesth Réanimation.* 2016 Mar;2(2):88–95.
27. Jovic L, Lecordier D, Poisson M, Vigil-Ripoche MA, Delon B, Mottaz AM, et al. L'enseignement des sciences infirmières en France : contenus et stratégies: *Rech Soins Infirm.* 2015 Jan 20;N° 119(4):8–40.
28. Laschinger HKS, Tresolini CP. An exploratory study of nursing and medical students health promotion counselling self-efficacy. *Nurse Educ Today.* 1999 Mar;19(5):408–18.
29. Rukadikar C, Mali S, Bajpai R, Rukadikar A, Singh A. A review on cultural competency in medical education. *J Fam Med Prim Care.* 2022;11(8):4319.
30. Moussa G, Kalogeropoulos D, Ch'ng SW, Panthagani J, Abdel-Karim Z, Andreatta W. “Comparing outcomes of advanced nurse practitioners to ophthalmologists performing posterior YAG capsulotomy, a six-year study of 6308 eyes.” *Eye.* 2023 Feb;37(3):554–9.

31. Hoang A, Singh A, Singh A. Comparing physicians and experienced advanced practice practitioners on the interpretation of electrocardiograms in the emergency department. *Am J Emerg Med.* 2021 Feb;40:145–7.
32. Haji FA, Cheung JJH, Woods N, Regehr G, de Ribaupierre S, Dubrowski A. Thrive or overload? The effect of task complexity on novices' simulation-based learning. *Med Educ.* 2016 Sep;50(9):955–68.
33. Singer AJ, Hollander JE, Cassara G, Valentine SM, Thode HC, Henry MC. Level of training, wound care practices, and infection rates. *Am J Emerg Med.* 1995 May;13(3):265–8.
34. Rodriguez JR, Yañez R, Cifuentes I, Varas J, Dagnino B. Microsurgery Workout: A Novel Simulation Training Curriculum Based on Nonliving Models. *Plast Reconstr Surg.* 2016 Oct;138(4):739e–47e.
35. Marshall MB. Simulation for technical skills. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012 Sep;144(3):S43–7.
36. Braithwaite J, Clay-Williams R, Vecellio E, Marks D, Hooper T, Westbrook M, et al. The basis of clinical tribalism, hierarchy and stereotyping: a laboratory-controlled teamwork experiment. *BMJ Open.* 2016 Jul;6(7):e012467.
37. Bolous NS, Graetz DE, Ashrafian H, Barlow J, Bhakta N, Sounderajah V, et al. Harnessing a clinician-led governance model to overcome healthcare tribalism and drive innovation: a case study of Northumbria NHS Foundation Trust. *J Health Organ Manag.* 2022 Dec 19;ahead-of-print(ahead-of-print):1–16.
38. Eppich W, Cheng A. Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation (PEARLS): Development and Rationale for a Blended Approach to Health Care Simulation Debriefing. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc.* 2015 Apr;10(2):106–15.

39. Zechariah S, Ansa BE, Johnson SW, Gates AM, Leo GD. Interprofessional Education and Collaboration in Healthcare: An Exploratory Study of the Perspectives of Medical Students in the United States. *Healthcare*. 2019 Oct 15;7(4):117.
40. Bendowska A, Baum E. The Significance of Cooperation in Interdisciplinary Health Care Teams as Perceived by Polish Medical Students. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Jan 5;20(2):954.
41. Connolly F, De Brún A, McAuliffe E. A narrative synthesis of learners' experiences of barriers and facilitators related to effective interprofessional simulation. *J Interprof Care*. 2022 Mar 4;36(2):222–33.