DOI : https://doi.org/10.26034/cm.iptic.2026.11766

# IMPACT DE LA RÉALITÉ AUGMENTÉE SUR L'ENGAGEMENT DES ÉTUDIANTS EN SIMULATION : UNE EXPLORATION DANS L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

*Laurie Bloudeau, (laurie.bloudeau@edu.ge.ch),*
*Ecole supérieure de soins ambulanciers ESAMB*

*Christophe Gremion, (christophe.gremion@hefp.swiss,)*
*Haute école fédérale en formation professionnelle HEFP*

**Résumé**

Dans la formation des ambulanciers, la simulation est une méthode fréquemment utilisée. L'École supérieure de soins ambulanciers de Genève (ESAMB) s'est dotée d'une salle immersive en réalité augmentée. Cette technologie soutient-elle efficacement l'engagement des étudiants ? Pour le savoir, une enseignante de l'ESAMB a mené une recherche avec 18 étudiants. Si les résultats montrent une influence positive de leur engagement suscitée par la réalité augmentée, ils mettent surtout en évidence que la scénarisation pédagogique et la pratique du *debriefing*, quelle que soit la salle utilisée pour la simulation, restent les facteurs les plus déterminants de l'engagement en formation.

**Mots-clés** : Formation professionnelle, simulation, réalité augmentée, engagement, *flow*

## 1. La réalité augmentée pour améliorer les conditions de simulation

Les technologies se développent très rapidement et prennent de plus en plus de place dans toutes les sphères de nos vies, privée comme professionnelle. À l'ère du développement de la réalité augmentée (RA) ou de l'intelligence artificielle (IA), nombre d'institutions se questionnent sur la place, l'utilité ou les opportunités que représentent ces avancées technologiques. C'est dans ce contexte que l'École Supérieure d'Ambulanciers de Genève (ESAMB) s'est dotée, en novembre 2022, d'une salle reliée à un logiciel immersif : « *immersive studio app* ». Cette salle[1], d'une quinzaine de mètres carrés, est équipée de trois *beamers* projetant des images à 180 degrés, de capteurs sensitifs aux murs, de jeux de lumières, d'un diffuseur d'odeurs ainsi que d'un ventilateur. Plusieurs caméras et microphones permettent à l'enseignant et aux éventuels observateurs d'écouter, d'observer ou de piloter cette salle à distance, depuis un ordinateur de contrôle placé dans une autre pièce. Ce dispositif vise à mieux soutenir l'apprentissage des futurs ambulanciers en les immergeant, seuls, dans un contexte spécifique.

Pendant de nombreuses années, dans cette école, les exercices de simulation se sont déroulés dans des salles de classe standard. Les étudiants devaient alors s'imaginer des décors parfois très différents de l'environnement réel dans lequel ils se situaient, par exemple un accident sur la voie publique ou une intoxication alcoolique aigüe dans une boîte de nuit. A l'inverse de telles salles, la salle immersive vise à améliorer la fidélité du scénario à l'aide de deux technologies : la réalité virtuelle (RV) qui permet de recréer le décor du lieu ainsi que la RA qui permet l'interaction avec les personnages et le décor. Les étudiants se retrouvent alors projetés dans des scènes différentes qui stimulent plusieurs de leurs sens (vue, odorat, ouïe) et peuvent, selon les cas, interagir avec le décor pour obtenir des informations complémentaires utiles à la prise en charge du patient simulé. Les images projetées, les odeurs ou encore les jeux de lumière, préalablement programmés par l'enseignant, doivent permettre aux étudiants de se sentir en totale immersion dans le scénario. Ce point est essentiel, car un environnement fidèle semble favoriser la suspension de l'incrédulité, cette acceptation de la situation jouée comme étant la réalité, et aurait ainsi un impact positif sur l'engagement dans l'activité (Cowperthwait, 2020 ; Rudolph et al., 2007).

Des études tendent à démontrer que la réalité virtuelle (RV), augmentée (RA) ou non, a un impact positif sur l'intérêt et la motivation des étudiants. La dimension ludique de cette technologie pourrait favoriser un état de *flow*, cet état de concentration optimale et d'immersion que les utilisateurs éprouvent lorsqu'ils sont engagés dans une tâche. L'utilisation de la RA serait donc un élément pouvant favoriser l'apprentissage (Lewis et al., 2021). *A contrario*, la distraction, la surcharge cognitive additionnelle et la distorsion de perception que peuvent engendrer de tels outils pourraient impacter négativement l'apprentissage (Scerbo et Dawson, 2007). De plus, il a été reporté des cas de cybercinétose *(« cybersickness »* équivalent au mal des transports pour le virtuel) à l'utilisation de ces technologies. Certaines personnes se plaignent en effet de symptômes tels que des céphalées, des nausées, une fatigue oculaire ou des vertiges lors de l'utilisation de la RA (Lewis et al. 2021). Si tel est le cas, quel impact cela pourrait-il avoir sur l'apprentissage ou l'engagement des étudiants ?

Bien que de nouvelles études sur le sujet soient régulièrement publiées, la revue de littérature que nous avons menée dans le cadre de ce travail ne nous a pas permis de trouver des résultats fiables sur l'impact d'une telle salle sur l'apprentissage des étudiants. En effet, tous les dispositifs augmentés par la RA sont différents. Leur utilisation est également variable. Il est donc difficile de pouvoir transposer les conclusions des recherches scientifiques actuelles à l'utilisation spécifique de la salle dans la formation de l'ESAMB.

Il nous a ainsi semblé opportun d'effectuer notre propre récolte de données afin de mesurer l'engagement des étudiants lorsqu'ils utilisent cette technologie. Notre question de recherche peut donc se formuler ainsi : « L'utilisation de la salle immersive lors d'ateliers de simulation à l'ESAMB peut-elle favoriser l'engagement dans les mises en situation de la part des étudiants ambulanciers ? »

## 2. Une démarche pour mesurer les effets sur l'engagement

Le cursus ambulancier se déroule sur trois années et nous nous intéressons ici à l'engagement des étudiants de deuxième et troisième années de l'ESAMB. L'étude s'est déroulée durant les mois de février et mars 2024. Les étudiants étant en stage à cette période de l'année, leur participation était volontaire. L'échantillon d'étude est composé de dix-huit étudiants de 2è et 3è années. Sur ces 18 étudiants, 7

[1] Pour une visite de la salle en vidéo : https://dgxy.link/visite_salle_immersive

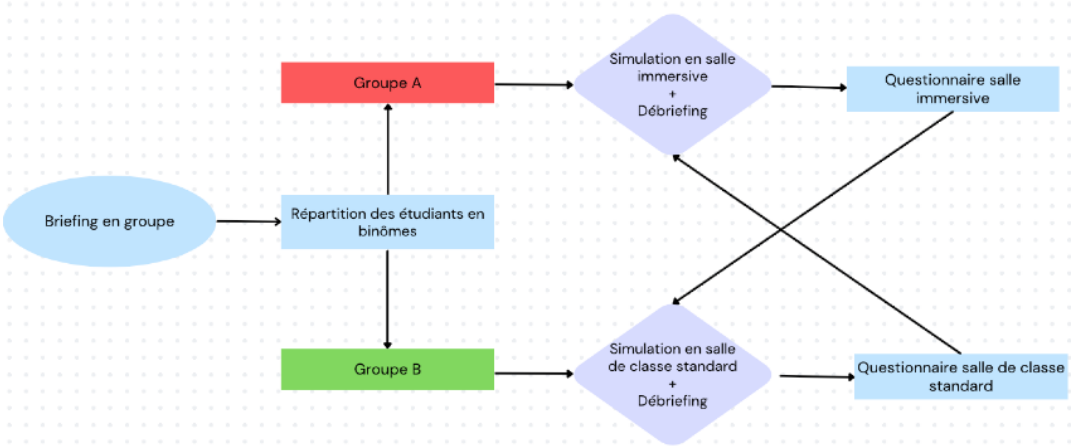
étaient des femmes (38.9%) et 11 étaient des hommes (61.1%). Les étudiants de deuxième année ont été majoritairement représentés avec 13 personnes contre 5 apprenants de 3è année.

### 2.1. Design de l'étude

Pour mener à bien cette recherche, nous avons souhaité effectuer une recherche-action (Van Der Maren, 2014) quantitative et qualitative. Pour cela, des ateliers de simulation ont été organisés avec les étudiants, puis il leur a été demandé de répondre à des questionnaires pour mesurer leur engagement lors de l'exercice.

Afin d'avoir la possibilité de comparer les résultats obtenus lors de simulations en salle immersive, des simulations en salle de classe standard ont également eu lieu. Les étudiants ont tous effectué un atelier de simulation dans la salle de classe standard et un atelier dans la salle de RA. Une moitié de l'échantillon a commencé par la salle immersive tandis qu'un autre groupe d'étudiants a commencé par la salle de classe standard. Les étudiants ont été répartis dans ces groupes de façon aléatoire. Il s'agit donc d'une recherche randomisée en *cross-over* (figure 1).

*Figure 1 : design général de l'étude*




### 2.2. Déroulement général

De façon générale, nous avons souhaité reproduire au plus près les conditions d'apprentissage habituelles des étudiants de cette école, en tentant de n'influer que sur la *variable salle immersive vs salle standard*. Ainsi, l'enseignante[2] a accueilli les étudiants pour un *briefing* rapide, comme au début de toute journée d'exercices. Cette étape vise à clarifier l'objectif de la journée, mais également à rassurer les étudiants sur le but de leur participation à l'étude.

Suite à ce *briefing*, les étudiants, par binôme, ont été dirigés dans les salles de simulation (immersive ou standard) et ont effectué un exercice de simulation sous la supervision d'un enseignant de l'école. Étant donné que les ambulanciers travaillent toujours en binôme, il était important que ce point soit également respecté. Durant cette heure, les étudiants ont interagi avec un patient simulé et effectué une prise en charge à l'aide du matériel de simulation qu'ils connaissent (sacs d'intervention, matériel factice, brancard, etc.)

En fin d'exercice, les étudiants ont participé à un *debriefing* pendant une trentaine de minutes, moment géré par l'enseignant qui les encadrait durant l'exercice. Cette méthode est celle utilisée toute l'année lors des exercices de simulation pour permettre aux étudiants de mener une réflexion sur leur activité (Oriot et Alinier, 2019). Ils sont donc habitués à cette manière de travailler. Pour clore la session, les étudiants étaient invités à répondre à un questionnaire mesurant leur engagement durant l'activité. Ensuite, les étudiants recommençaient l'opération dans la seconde salle selon le même modèle (*briefing*, simulation, *debriefing* et questionnaire).

[2] Si dans ce texte le « nous » renvoie aux deux auteurs de l'article, « l'enseignante » désigne uniquement la première autrice, chargée de cours à la HEFP et enseignante à l'ESAMB.

### 2.3. Session en salle immersive

L'enseignante-chercheuse a encadré spécifiquement chaque session de simulation dans la salle immersive, afin de reproduire les mêmes conditions d'apprentissage pour chaque étudiant. Le même protocole (*briefing*, simulation, *debriefing* et questionnaire) a été suivi.

Le scénario de simulation était celui d'un patient, à domicile, présentant une détresse respiratoire sévère suite à une décompensation d'une bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO). Ce patient, en raison de sa difficulté respiratoire, était incapable de parler. Cet élément est important car, pour obtenir les informations essentielles à la prise en charge adéquate du patient, les étudiants devaient analyser la scène à la recherche d'informations utiles. Des éléments tels que des directives anticipées, des boîtes de médicaments ou encore une bouteille d'oxygène se trouvaient dans la scène projetée à 180. Une fois ces éléments trouvés, les étudiants devaient alors cliquer sur l'image pour obtenir plus de détails. La machine à odeur projetait également une odeur de cigarette.

Pour augmenter le réalisme de la situation, l'enseignante a demandé à des ambulanciers diplômés de jouer le rôle de « faux patient » afin qu'ils puissent reproduire de façon relativement réaliste les signes et symptômes d'une BPCO.

### 2.4. Session classe standard

Les sessions de simulation en salle de classe standard ont été encadrées par d'autres enseignants travaillant à l'ESAMB, habitués aux étudiants et à la méthode d'encadrement des simulations.

Le scénario était celui d'un patient, à domicile, présentant un œdème aigu pulmonaire (OAP). Étant donné que chaque étudiant effectuait les deux scénarios de simulation, il était important que les scénarios soient différents pour ne pas créer de biais trop important. Cependant, pour limiter le biais qu'engendrerait un scénario totalement différent et permettre des comparaisons, l'enseignante a créé un scénario impliquant des problématiques similaires. Ainsi, le patient, dans ce scénario, présente, tout comme l'autre, une détresse respiratoire sévère l'empêchant de parler avec les étudiants. Les élèves devaient donc obtenir des informations complémentaires par d'autres moyens. En l'occurrence, vu qu'il s'agit d'une salle de classe standard, les étudiants ont dû demander à l'enseignant qui animait la situation les éléments qu'ils souhaitaient obtenir (liste de traitement, antécédents, traces du dernier repas, etc…). L'enseignant pouvait alors leur donner, par oral, les informations qu'ils pourraient retrouver au domicile du patient. Les étudiants devaient interagir avec l'enseignant pour obtenir ces éléments et s'imaginer le domicile du patient. Tout comme pour le scénario en salle de RA, le « faux patient » a été simulé par un ambulancier diplômé, différent à chaque session.

### 2.5. Récolte de données

La récolte de données s'est déroulée sous la forme de deux questionnaires distincts et de *focus groups*, le tout complété par des discussions informelles non structurées.

Le premier questionnaire est celui donné aux étudiants après la simulation en salle de classe standard. Il vise à déterminer le degré d'engagement lors de cette simulation et il mesure également certaines données spécifiques telles que le réalisme, le stress, la satisfaction ou l'autonomie (Gremion et Perriard, 2023).

Le second questionnaire se divise en trois parties et il est rempli par les étudiants après la simulation en salle immersive. La première partie de ce questionnaire est une évaluation de l'utilisabilité du dispositif immersif (Tricot et al., 2003). La deuxième partie est identique au questionnaire proposé en salle standard et la troisième se termine par quelques questions qualitatives portant sur l'utilisation de la salle immersive au niveau ergonomique.

En fin de session, des *focus groups* composés du binôme engagé dans la simulation et des étudiants spectateurs ont été organisés pour permettre à chacun de verbaliser leurs ressentis et leurs impressions. Les échanges ont été enregistrés et intégralement retranscrits.

### 2.6. Création du questionnaire

#### *2.6.1. Mesure de l'engagement*

Pour cette recherche, nous nous sommes appuyés sur les travaux de Gremion et Perriard (2023). Ces derniers utilisent un questionnaire de l'échelle de *flow* en éducation (Heutte et al., 2014) qu'ils ont adapté à la réalité de la formation des ambulanciers. En effet, le *flow* serait, pour certains, le reflet d'un degré élevé d'engagement émotionnel (Csikszentmihalyi et Bouffard, 2017 ; Molinari et al., 2016) et pourrait être ressenti par les étudiants lorsqu'ils se sentent totalement immergés dans la simulation (Wang et Ji, 2021). Gremion et Perriard (2023) y ont ajouté des questions traitant de l'utilité et du sens perçu de l'activité par l'étudiant.

Dans le questionnaire spécifique à la simulation en RA, la récolte de données se termine par cinq questions de type qualitatif. Ces questions visent à évaluer l'apparition éventuelle d'une *cybersickness* ainsi que les éléments de la séquence vécus comme les plus importants pour l'apprentissage (salle immersive, enseignant, *debriefing* ou alignement pédagogique). Elles permettent également de laisser l'étudiant discuter librement de l'équipement de la salle ou de son utilisation.

#### *2.6.2. Mesure de l'utilisabilité*

Dans le questionnaire spécifique à la salle immersive, une partie dédiée à l'utilisabilité a été ajoutée (Gronier et Baudet, 2021). Il permet, à l'aide de 10 questions, de qualifier l'utilisabilité d'un système entre zéro et cent et d'obtenir une échelle de mesure entre « Horrible » et « La meilleure qu'on puisse imaginer » (Bangor et al. 2009).

Ce questionnaire semble important, car la facilité d'utilisation du système peut impacter l'engagement des étudiants. Pour qu'un étudiant soit profondément engagé, il faudrait qu'il puisse être totalement absorbé par la tâche, qu'il perde la notion du temps, qu'il soit totalement concentré sur ce qui lui est demandé et qu'il ressente du plaisir (Heutte, 2011). Or, pour que cela soit possible, il est essentiel que le logiciel avec lequel les étudiants interagissent, lorsqu'ils recherchent des éléments dans la scène, soit simple d'utilisation. Dans le cas contraire, le dispositif pourrait les déconcentrer et les sortir de l'état d'immersion que nous souhaitons créer en augmentant la fidélité.

## 3. Les données récoltées

### 3.1. Utilisabilité

L'utilisabilité moyenne de la salle immersive par les étudiants a été mesurée à l'aide du questionnaire F-SUS (Gronier et Baudet, 2021) et correspond à une utilisabilité élevée (Bangor et al., 2019).

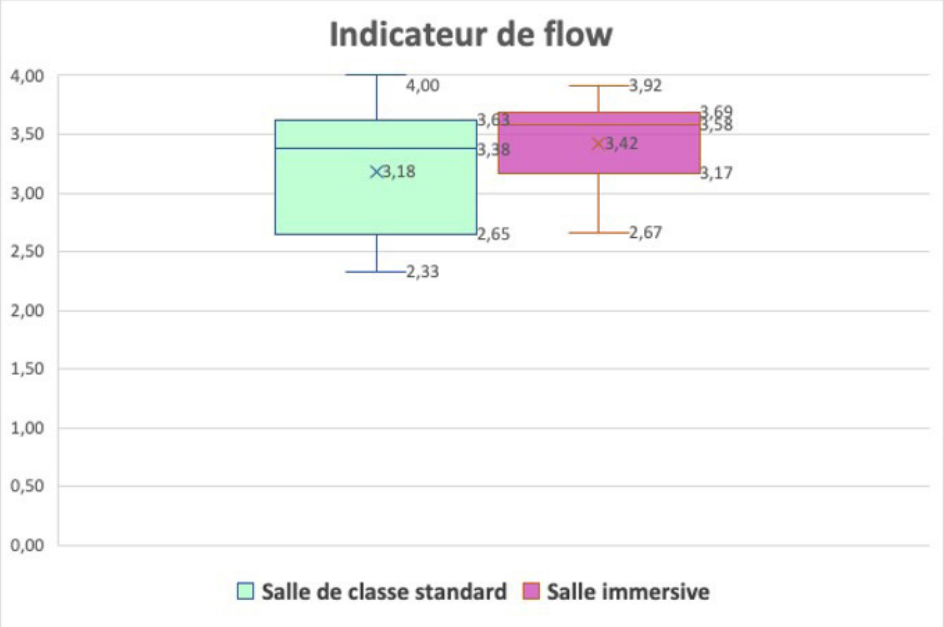
La médiane ainsi que la moyenne sont alignées à une valeur d'environ 73.8 qui correspond à une acceptabilité élevée et à une appréciation « Bonne ». La ligne du 25$^{è}$ percentile correspond toujours à une acceptabilité élevée et la note la plus basse (50) reste dans une utilisabilité acceptable. La meilleure note attribuée (90) correspond à un système excellent. (Bangor et al., 2009).

### 3.2. Engagement

#### *3.2.1. Flow*

La mesure du *flow* en salle de classe a été comparée à la mesure du *flow* en salle immersive. Les valeurs mesurées pouvaient se situer sur une échelle de 1 à 4.

*Figure 2 : indicateur de flow*




La médiane de *flow* en salle de classe standard se situe à 3,4 tandis que la moyenne est à 3,2. Le 25è percentile correspond à un *flow* de 2,7 tandis que le 75è percentile vaut 3,6. Enfin, la valeur la plus élevée se situe à 4 tandis que la valeur la plus faible vaut 2,3.

La médiane de *flow* en salle immersive vaut 3,6 et la moyenne 3,4. Le 25è percentile correspond à un *flow* de 3,2 tandis que le 75è percentile vaut 3,7. Enfin, la valeur la plus élevée se situe à 3,9 tandis que la valeur la plus faible vaut 2,7.

Il n'y a pas de différence significative de *flow* entre le groupe ayant débuté par la simulation en salle immersive et le groupe ayant commencé dans la salle de classe standard.

Bien que le *flow* soit un indicateur global d'engagement dans une tâche, nous avons souhaité analyser de façon plus approfondie les déterminants du *flow*. Nous avons donc regroupé et analysé les résultats selon les dimensions développées ci-dessous. Chaque catégorie met en évidence un déterminant du *flow*. Le tableau de synthèse des résultats se trouve en annexe 1.

### *3.2.2. Absorption cognitive*

En salle de classe standard, tous les étudiants se sont sentis capables de faire face aux exigences de la situation. 14 étudiants (78%) se sentaient en situation de contrôle et 15 étudiants (83%) savaient ce qu'ils devaient faire. L'absorption cognitive semble donc plutôt élevée.

En salle immersive, tous les étudiants se sont sentis capables de faire face aux exigences de la situation. 16 personnes (88%) se sont senties en contrôle et 12 (66%) savaient ce qu'elles devaient faire à chaque étape. L'absorption cognitive en salle immersive semble donc également bonne, bien qu'un tiers des participants ne savaient pas totalement ce qu'ils devaient faire.

### *3.2.3. Altération de la perception du temps*

En salle de classe standard, 13 étudiants se sont sentis totalement absorbés par la simulation, 17 n'ont pas vu le temps passer et 15 étaient profondément concentrés. Certains étudiants ont cependant eu de la peine à se sentir coupés du temps qui passe. L'altération de la perception du temps en salle de classe standard est donc élevée, mais varie légèrement en fonction des étudiants.

En salle immersive, tous les étudiants se sont sentis totalement absorbés par la tâche, n'ont pas vu le temps passer et étaient profondément concentrés. L'altération de la perception du temps semble être très élevée en salle immersive.

### *3.2.4. Absence de la préoccupation du soi*

En salle de classe standard, les résultats concernant l'absence de la préoccupation du soi sont variables. À la question « Durant cette activité, je n'étais pas préoccupé par ce que les autres pouvaient penser de moi », un tiers a répondu « Peu d'accord ». Quatre personnes sur 18 (22%) se sont senties en partie préoccupées par le jugement des autres. Pour finir un tiers des participants ont pu présenter des inquiétudes vis-à-vis de ce que les autres pouvaient penser d'eux.

En salle immersive, une seule personne a pu présenter des inquiétudes face aux jugements extérieurs. Les autres participants ne se sont pas sentis préoccupés par le jugement d'autres personnes.

### *3.2.5. Motivation, plaisir et satisfaction*

Les étudiants semblent motivés de façon générale à effectuer des simulations, quel que soit l'outil de simulation. Cependant, ils semblent majoritairement préférer travailler en salle immersive plutôt qu'en salle de classe standard (78%). Pour quatorze étudiants, la salle immersive a été un motif de motivation. Huit étudiants (44%) ne sont pas totalement satisfaits de l'utilisation de la salle de classe standard, tandis que tous les participants ont été satisfaits de l'utilisation de la salle immersive.

### *3.2.6. Utilité, sens et intérêt*

Quel que soit l'outil de simulation, les étudiants ont perçu du sens à la simulation qu'ils ont suivie. La majorité des étudiants estiment que l'activité leur était utile, en salle immersive comme en salle de classe. Ils ont été intéressés et ont pu relier l'exercice à leur future activité professionnelle.

### *3.2.7. Gravité et peur de l'échec*

Les résultats face à l'inquiétude de l'échec en salle de classe standard sont variables. Une majorité ne semble pas être inquiète de l'échec et ne considère pas l'échec comme grave. Cependant, il y a quand même huit personnes (44%) qui ont peur d'échouer et 6 personnes (33%) qui considèrent un échec comme « grave ». Sur ces personnes, trois sont « tout à fait d'accord ».

De façon générale, les étudiants ne semblent pas inquiets de leurs résultats lors de la simulation en salle immersive. Seules 4 personnes (22%) semblent craindre un échec et considérer ceci comme « grave ». Personne n'a répondu « Tout à fait d'accord ».

### *3.2.8. Autonomie*

Le sentiment d'autonomie en salle de classe est variable. La moitié des étudiants pensent que la salle de classe standard a diminué leur autonomie et que le manque d'interaction possible avec l'environnement a impacté négativement leur apprentissage. Parallèlement, près de la totalité des étudiants affirme que le manque de réalisme de la salle les a forcés à augmenter les interactions avec l'enseignant pour obtenir les informations dont ils avaient besoin pour le scénario de simulation.

Les résultats concernant l'autonomie en salle immersive sont nettement plus tranchés. Presque tous les étudiants affirment que la salle immersive les a rendus plus autonomes et qu'elle leur a permis de réduire positivement leurs interactions avec l'enseignant. Les éléments interactifs de la salle immersive semblent avoir participé à leur apprentissage.

### *3.2.9. Immersion*

16 étudiants (89%) estiment que la salle de classe standard diminue le réalisme de la situation. La moitié des étudiants ont eu de la peine à se sentir immergés dans la situation.

Près de la totalité des étudiants estiment que la salle immersive permet d'augmenter le réalisme de la situation et qu'ils se sont sentis plus facilement immergés dans la situation grâce à ce dispositif.

### 3.3. Spécifique à la salle immersive

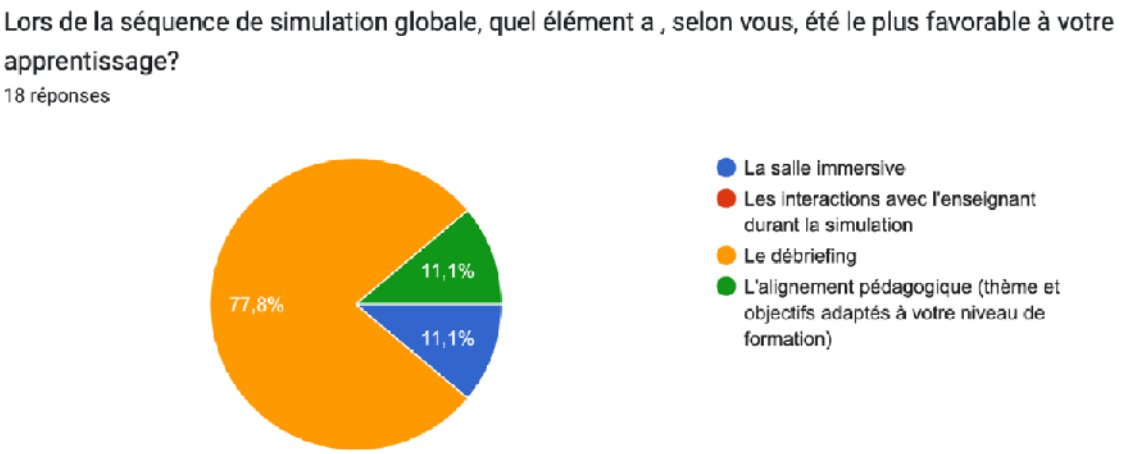
#### *3.3.1. Impact de l'outil de simulation sur le stress des étudiants*

L'outil de simulation ne semble pas impacter de façon importante le stress ressenti par les étudiants lors de la simulation. Les résultats sont relativement similaires que ce soit pour la salle de classe standard ou la salle immersive. Finalement, nous avons questionné les étudiants quant à leur perception de l'impact des scénarios en salle immersive sur leur apprentissage ainsi que sur la pertinence de cet outil dans leur formation.

#### *3.3.2. L'utilisation de la salle immersive a impacté positivement mon apprentissage.*

Quatorze personnes sur dix-huit (78%) estiment que la salle immersive a eu un impact positif sur leur apprentissage. Aucun étudiant n'a répondu « Pas du tout d'accord ». Mais à la question « Quel élément a, selon vous, été le plus favorable à votre apprentissage ? » seuls 2 étudiants ont répondu « la salle immersive », la majorité ayant choisi « le *debriefing* » comme étant l'élément le plus favorable à leur apprentissage.

*Figure 3 : pertinence de l'outil dans la formation ambulancière*



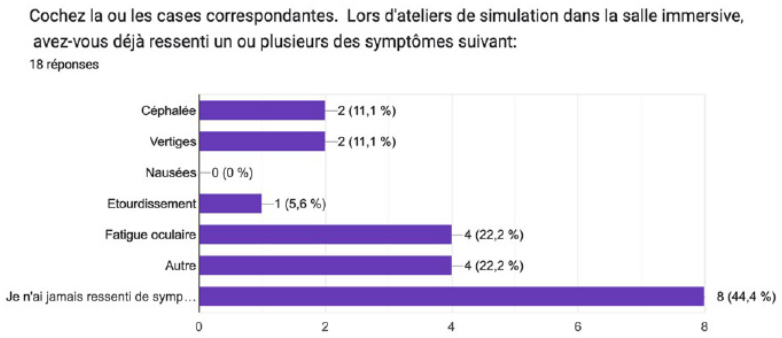

#### *3.3.3. Pertinence de la salle immersive pour la formation*

Près de la totalité des étudiants (17 sur 18) estiment que la salle immersive est un outil de formation pertinent.

#### *3.3.4. Effets indésirables*

« Lors d'ateliers de simulation dans la salle immersive, avez-vous déjà ressenti un ou plusieurs des symptômes suivants ? »

*Figure 4 : effets indésirables*




Les résultats à cette question (figure 4) sont intéressants puisque plus de la moitié des étudiants (55,6%) ont déjà ressenti des effets secondaires lors de l'utilisation de la salle immersive. C'est un élément important qu'il est essentiel de prendre en compte.

## 4. Ce que nous disent ces résultats

### 4.1. Utilisabilité

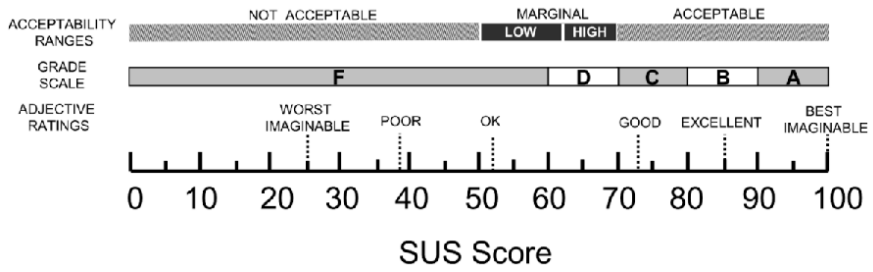
L'utilisabilité de la salle immersive par les étudiants est, dans l'ensemble, plutôt bonne et correspond à une acceptabilité probable (figure 4).

Cet élément semble important car un logiciel ayant une mauvaise utilisabilité pourrait être une source de déconcentration et ainsi perturber l'absorption cognitive, l'état d'immersion, le bien-être, le plaisir ou encore la motivation. Or tous ces éléments sont des déterminants d'un engagement important (Heutte, 2011). Une perturbation d'un ou plusieurs de ces paramètres pourrait diminuer l'engagement de l'étudiant dans la tâche à effectuer.

Selon les résultats obtenus, le processus d'engagement ne semble pas être perturbé de façon importante par l'utilisation de la salle immersive.

Ceci dit, la moitié des étudiants ont attribué une note située entre 50 et 73,8. Cet intervalle correspond à une utilisabilité comprise entre « acceptable » et « bonne ».

*Figure 5 : Signification du score au SUS (adaptée de Bangor et al., 2009)*



Même si cet intervalle se situe encore dans une acceptabilité probable (figure 4), les notes inférieures correspondent à une acceptabilité faible et sont même proches d'une non-acceptabilité. Dès lors, nous devrions être attentifs à l'impact que pourrait, malgré tout, avoir ce dispositif sur l'engagement de certains étudiants et nous devrions veiller à développer le système pour rendre son utilisation plus aisée.

Durant les scénarios, certains apprenants ont rencontré quelques difficultés à interagir avec les *pop-ups*, car la sensibilité des capteurs au mur nécessite un petit moment d'apprentissage. Cet élément a été soulevé à plusieurs reprises dans les questions ouvertes du questionnaire et dans les discussions non structurées en fin d'exercice. Ainsi plusieurs étudiants ont souhaité « une amélioration de la sensibilité des capteurs » et une « utilisation plus fréquente de la salle pour une meilleure prise en main ». Des adaptations sont donc à prévoir pour continuer d'améliorer l'utilisabilité de cette salle et ainsi réduire au maximum l'impact possible de son utilisation sur l'engagement des élèves lors des simulations.

### 4.2. Engagement

De façon globale, le *flow* semble élevé quel que soit l'outil de simulation utilisé (salle de classe *vs* salle immersive). Il est cependant amélioré en salle immersive et pourrait ainsi démontrer que la RA participe à favoriser l'engagement global des étudiants lors de simulations. Ceci dit, la différence de *flow* ressenti par les étudiants en salle de classe (médiane 3,4) ou en salle immersive (médiane 3,6) reste relativement faible avec une différence de 0,2.

Bien que cette différence soit minime, l'intervalle entre les 25$^{è}$ et 75$^{è}$ percentiles est significativement plus grand dans la salle de classe que dans la salle immersive. En effet, en salle de classe, l'intervalle se situe entre 2,7 et 3,6 contre un intervalle compris entre 3,2 et 3,7 en salle immersive. Le *flow* le plus bas en salle de classe (2,3) est également nettement inférieur qu'en salle immersive (2,7). Il existe donc une plus grande variabilité de *flow* en salle de classe par rapport à la salle immersive. Cela pourrait mettre en évidence que l'engagement lors de simulations en salle de classe est beaucoup plus aléatoire qu'en salle immersive. Combinés aux résultats détaillés des différents paramètres de l'engagement, nous pourrions émettre l'hypothèse que certains étudiants présentent plus de difficulté à s'immerger dans un environnement peu fidèle et que cela impacte leur sentiment de *flow* et ainsi d'engagement. Ainsi, même si la RA n'augmente pas de façon importante le *flow* global des étudiants, elle semble permettre d'engager quantitativement plus d'étudiants.

Pour nous faire une idée plus précise de l'impact de la salle immersive sur l'engagement des étudiants lors de simulations et comprendre quels éléments sont impliqués dans la variabilité du *flow* entre la salle immersive et la salle de classe, nous nous intéressons plus en détail aux différents paramètres mesurés.

### 4.3. Absorption cognitive

L'absorption cognitive semble être globalement bonne quel que soit l'outil de simulation utilisé. Cependant, elle semble légèrement moins élevée en salle immersive avec 33% des participants qui « ne savent pas toujours ce qu'ils doivent faire à chaque étape » contre 17% en salle de classe standard. Cette différence peut provenir de plusieurs éléments. Tout d'abord, les scénarios, bien que semblables, étaient malgré tout différents entre les deux simulations. Le scénario de la salle immersive était-il plus difficile ? Ensuite, les difficultés d'interaction avec les capteurs sensitifs que certains étudiants ont pu rencontrer ont-elles participé à les déconcentrer ? Ou encore, la nécessité de rechercher par eux-mêmes des éléments dans le décor, chose plutôt rare pour ces élèves, a-t-elle contribué à les déstabiliser et ainsi diminuer leur absorption cognitive ? Finalement, la nouveauté de l'outil lui-même pourrait également être un facteur déstabilisant. L'impact d'une salle immersive sur l'absorption cognitive des élèves nécessiterait une investigation plus précise dans un autre projet de recherche pour permettre d'obtenir des réponses à ces questions.

### 4.4. Altération de la perception du temps

Malgré une diminution de l'absorption cognitive, la salle immersive semble favoriser très nettement l'altération de la perception du temps. Les résultats du sentiment d'immersion et d'autonomie ainsi que les feedbacks écrits et oraux des étudiants pourraient expliquer ce phénomène. En effet, les élèves semblent

se sentir plus immergés dans le scénario et plus autonomes en salle immersive. De plus, ils se sentent moins observés et plus coupés du monde extérieur dans cette petite salle. Ces éléments pourraient-ils favoriser une conscience altérée du temps qui passe ? Les résultats semblent le confirmer.

### 4.5. Absence de la préoccupation du soi

Cette dimension du *flow* semble être particulièrement impactée par la salle immersive. En effet, tandis qu'en salle de classe les réponses sont relativement variables d'un étudiant à l'autre, les réponses concernant la salle immersive sont clairement tranchées. Ainsi, l'absence de préoccupation du soi fait l'unanimité lors de l'utilisation de ce dispositif de RA.

Cet effet pourrait s'expliquer par l'absence d'observateurs directs grâce à ce système. Lors de simulations en salle standard, les étudiants en simulation sont observés par l'enseignant, mais aussi par leurs camarades qui se trouvent dans la même pièce. Ce sentiment d'observation peut être mal vécu par certains élèves. En salle immersive, les étudiants en simulation sont seuls dans la salle. L'enseignant et les observateurs sont à distance et observent la scène grâce à des caméras et des micros. Ils sont donc invisibles pour les élèves en exercice. Cette séparation semble bénéfique sur ce paramètre du *flow*. En effet, de nombreux étudiants ont mentionné que l'absence de contact avec l'enseignant mais aussi avec les observateurs avait été un facteur favorisant l'immersion, l'autonomie, ainsi que l'impression d'être seul et non-observé. Cette amélioration permet probablement de se décentrer de soi et de concentrer son attention sur l'exercice.

### 4.6. Motivation, plaisir et satisfaction

Les étudiants semblent motivés par la simulation et apprécier cette forme d'enseignement. Dans les réponses aux questions, une partie des étudiants considère que l'utilisation d'une salle de classe pour les exercices de simulation est adaptée. Les apprenants y sont habitués et pensent que la basse fidélité offerte par la salle de classe peut, dans certains cas, être rassurante et nécessaire pour pouvoir se concentrer sur des tâches nouvellement apprises, par exemple la première application d'un algorithme de traitement. Ce phénomène pourrait expliquer le nombre d'étudiants ayant répondu que la salle de classe les satisfaisait.

*A contrario*, lors de scénarios complexes, comme ceux utilisés lors de la récolte de données, les étudiants semblent apprécier la salle immersive comme outil d'apprentissage, car cette dernière leur offre plus de possibilités « d'être autonome dans leur prise en charge ». Cette dimension pourrait expliquer la proportion d'élèves préférant travailler avec la RA et étant plus motivés par la salle immersive que par la salle de classe.

### 4.7. Autonomie

Les réponses aux questions traitant de l'autonomie en salle de classe sont très variables et correspondent également à une grande variabilité de *flow* pour cet outil. L'impression d'autonomie en salle standard semble varier distinctement en fonction des étudiants. Parallèlement, les apprenants semblent tous indiquer que l'autonomie augmente avec la salle immersive. Les réponses sont plus unanimes. Encore une fois, cela correspond à l'indicateur de *flow* dont la variabilité interpersonnelle est plus faible en RA.

Lors des entretiens non structurés, la notion d'amélioration de l'autonomie est presque systématiquement ressortie de façon spontanée par les apprenants. Ainsi, ces derniers verbalisent à plusieurs reprises que les interactions avec les *pop-ups* du scénario ainsi que le fait d'être séparé de l'enseignant diminue les interactions, oblige à chercher les éléments par eux-mêmes et les empêchent de se tourner vers l'enseignant pour obtenir une réponse en cas de question. Ils doivent donc être plus proactifs dans l'observation, la recherche des éléments, l'analyse de ces derniers ainsi que la prise de décisions qui en découle. Bien que cet aspect semble positif, deux étudiants ont qualifié la salle immersive de « moins rassurante » que la salle standard. Ils ont alors l'impression de se retrouver seuls face à leur patient et à leurs choix, sans possibilité d'interagir directement avec l'enseignant. En considérant la notion essentielle de sécurité émotionnelle dans l'apprentissage (Lakhal et Boumahdi, 2024), il nous semble important d'insister sur la nécessité d'effectuer un *briefing* préliminaire de qualité avant toute simulation, particulièrement en RA, pour établir un cadre rassurant propice à l'apprentissage et rappeler les règles de simulation. Même si l'enseignant semble séparé des élèves, ce dernier peut intervenir à tout moment via des microphones et aider, soutenir ou réorienter les étudiants en cas de besoin.

### 4.8. Immersion

Le sentiment d'immersion est, tout comme celui de l'autonomie, très variable lors de la simulation en salle de classe et correspond aux variations de *flow* et aux discussions non structurées que nous avons pu avoir avec les étudiants. Comme expliqué précédemment, certains apprenants semblent avoir plus de facilité que d'autres à s'imaginer une scène et à se projeter dans une prise en charge malgré une fidélité physique extrêmement basse. Pour certains, cette projection est relativement facile et est probablement liée à la fidélité conceptuelle du scénario. En effet, la fidélité est un concept multidimensionnel (Rudolph et al., 2007). Ainsi, même si la fidélité physique en salle de classe est faible, la fidélité conceptuelle, elle, est présente (Scerbo et Dawson, 2007). Le scénario, les réponses et l'état du patient évoluent en fonction des actions mises en place par les apprenants.

Pour la moitié des étudiants, cette immersion semble quand même entravée par le manque de réalisme physique du scénario, à l'image de cette étudiante qui explique qu'elle « n'arrive pas à se projeter en salle de classe ni à imaginer des éléments pertinents dans une scène imaginaire ». Cette difficulté d'immersion pourrait être à la base d'un blocage à la suspension de l'incrédulité, expliquant ainsi des degrés de *flow* variables en fonction des apprenants, pour les simulations en salle de classe.

*A contrario*, en salle immersive, les résultats sont presque unanimes. La salle immersive semble augmenter le réalisme et ainsi faciliter le sentiment d'immersion. Cette augmentation du réalisme pourrait être liée à l'accumulation de la fidélité conceptuelle (comme en salle de classe standard) et de la fidélité physique grâce à l'image à 180° et aux odeurs. Ainsi, la RA pourrait être un facteur favorisant plus facilement la suspension de l'incrédulité (Rudolph et al., 2007).

Ce ressenti se retrouve dans les réponses aux questions ouvertes du questionnaire. Les étudiants mentionnent à de nombreuses reprises que la RA a favorisé leur immersion. Cependant, bien que la fidélité spatiale et visuelle soit importante, elle semble secondaire face à l'importance d'autres éléments comme les interactions avec les *pop-ups* ou l'odeur de cigarette. Ainsi, il semble que la réalité physique ne soit effectivement pas le paramètre essentiel à prendre en compte pour favoriser l'acceptation de la suspension de l'incrédulité. Il semblerait que c'est l'ensemble de stimulus favorisant l'utilisation des cinq sens couplé à la réalité conceptuelle qui augmentent réellement l'immersion. En effet, la perception est un phénomène complexe impliquant de nombreux mécanismes dont l'utilisation de nos cinq sens. Ainsi, lors de simulations n'incluant que des éléments visuels, le cerveau perçoit une différence de perception entre ce qu'il voit (par exemple une cigarette) et ce qu'il sent (aucune odeur en salle de classe) ce qui l'amène à interpréter immédiatement cet élément comme non-réel. L'apprenant devra alors faire un effort supplémentaire pour compenser cet écart (Scerbo et Dawson, 2007).

Ce résultat semble être confirmé par des étudiants qui mentionnent que « la projection d'une image seule sans interactivité n'améliore pas leur immersion » et qu'ils ont même plutôt tendance à en faire abstraction. Selon eux, l'utilisation des odeurs et des *pop-ups* est la véritable source d'amélioration de leur immersion en salle de RA.

Pour finir, les discussions avec les patients simulés nous ont amené un point de vue non prévu initialement. Ces derniers ont verbalisé une plus grande facilité à s'immerger, eux aussi, dans le scénario et ils pensent ainsi avoir eu un meilleur jeu d'acteur. Cette amélioration du jeu d'acteur pourrait-elle également favoriser le processus d'immersion des étudiants ?

La salle immersive semble donc avoir des effets positifs à bien des égards sur le sentiment d'immersion pour autant qu'il ne s'agisse pas uniquement d'une image projetée pour améliorer uniquement la fidélité physique mais bien un ensemble d'éléments (odeurs, interactivité, etc...) stimulant différents sens.

### 4.9. Impact perçu sur l'apprentissage

Plus de 77% des apprenants pensent que la salle immersive a impacté positivement leur apprentissage. Bien que quatre étudiants soient peu d'accord avec cette affirmation, aucun n'a répondu « Pas du tout d'accord ». Dans la globalité, les étudiants ont donc l'impression que la salle immersive est un outil utile pour leur apprentissage.

Dans les faits, il est difficile de déterminer sur un laps de temps aussi court quel impact réel la RA a eu sur leur apprentissage. Cependant, il est intéressant de noter que les étudiants pensent que la RA a eu un réel impact. Or, l'apprentissage est plus efficace lorsque les apprenants ont l'impression d'évoluer et d'apprendre (Collectif, 2004).

En résumé, même s'il est impossible pour le moment de prouver que la salle immersive a réellement impacté leur apprentissage, l'effet psychologique semble présent et pourrait être bénéfique à long terme.

Parallèlement, bien que les étudiants aient majoritairement répondu par l'affirmative à la question de l'impact de la salle immersive sur l'apprentissage, à la question « Lors de la séquence de simulation, quel élément a été le plus favorable à votre apprentissage ? », les apprenants ont répondu « Le *debriefing* » à près de 78% contre 11% pour la salle immersive. Cela permet de mettre les éléments en perspective et corrobore les résultats d'études précédentes mettant en évidence que même si le sentiment d'immersion et le *flow* lors d'une simulation sont des paramètres importants à l'engagement et devraient être favorisés, le moment le plus critique pour l'apprentissage semble être le *debriefing* (Betz et al., 2014). Ce moment clé, lors duquel les étudiants sont amenés à effectuer une pensée réflexive sur l'action, est extrêmement précieux et des *debriefing*s efficaces semblent nécessaires, quel que soit le mode de simulation mobilisé.

Malheureusement, plus les modalités de simulation sont complexes, comme c'est le cas pour une simulation en RA, plus le risque pour l'enseignant d'être concentré sur le fonctionnement du matériel au détriment de l'observation du déroulement de la simulation est grand. En effet, pour des raisons budgétaires, il est rare de pouvoir disposer d'un technicien pour la gestion de la salle immersive (caméras, microphones, retransmission aux observateurs, gestion du faux monitoring du patient, etc...) et l'enseignant se retrouve à gérer le dispositif technique tout en surveillant l'avancée du scénario et en préparant les éléments à aborder lors du *debriefing*. Le risque de cette multiplicité de tâches est de perdre le fil de la simulation et ainsi de diminuer la qualité du *debriefing*. Or, il a été démontré que les apprenants pouvaient obtenir des performances élevées à l'aide de simulations à faible niveau de fidélité (Massoth et al., 2019).

En prenant en considération les problématiques de coûts de tels dispositifs, de temps de gestion pour l'enseignant et les risques d'interférence avec l'apprentissage des étudiants en cas de problèmes techniques, d'inadaptation de la séquence pédagogique ou de surcharge cognitive pour l'enseignant, nous pourrions nous demander s'il ne serait pas parfois préférable de revenir à des modalités de simulations plus simples et tout aussi efficaces selon les objectifs d'apprentissage visés. Cependant, la RA reste un outil pertinent pour des objectifs d'apprentissage élevés lorsque la séquence pédagogique est adaptée (Scerbo et Dawson, 2007). Le travail de construction pédagogique par l'enseignant est donc essentiel pour obtenir un impact positif de la simulation par RA sur l'apprentissage des étudiants.

### 4.10. Pertinence perçue par les étudiants

Les résultats à la question de la pertinence de la RA en simulation sont presque unanimes. La quasi-totalité des apprenants ont trouvé cet outil pertinent pour leur formation. Même si l'évaluation de la pertinence réelle d'un outil d'apprentissage est plus complexe que cela, il est intéressant de noter que les étudiants adhèrent à la salle immersive. Or cette adhésion, le sens que l'étudiant va donner à la tâche à effectuer, est un prérequis nécessaire à l'engagement (Brault-Labbé et Dubé, 2009). La RA en elle-même n'est donc pas un frein à l'engagement.

À la lecture des réponses aux questions ouvertes et à la suite des discussions non structurées, il est possible de mettre en avant certains paramètres favorisant la pertinence de l'outil et d'autres rendant l'outil moins pertinent aux yeux des étudiants. Ainsi, comme expliqué précédemment, la projection d'une image sans autre stimulus ni interactivité ne semble pas être une utilisation pertinente de la RA. De plus, il semble important de varier les scénarios pour éviter que les apprenants s'habituent à une scène et en fassent totalement abstraction. Pour la suite de notre travail, la variabilité des scénarios semble un élément clé à prendre en compte pour maintenir l'engagement des apprenants lors de divers exercices de simulation.

Ce n'est donc pas tant la RA en elle-même qui semble pertinente mais bien la manière dont l'enseignant l'utilise ou la manière dont il conçoit sa scénarisation. Cette notion semble basique, mais elle peut parfois être négligée par l'attrait de la nouveauté et par l'envie irrésistible de tester de nouveaux outils numériques

sans s'être réellement questionné sur leur pertinence. Or, une simulation en haute-fidélité en RA peut interférer avec l'apprentissage si elle n'est pas correctement utilisée (Scerbo et Dawson, 2007). Il semble donc important, avant de se projeter dans l'utilisation de la salle immersive, de se questionner quant à la plus-value réelle de cet outil dans sa séquence pédagogique. Pour soutenir sa réflexion, l'enseignant pourrait par exemple utiliser le modèle ASPID[3] (Karsenti, 2013) et se questionner : la RA, dans cette séquence pédagogique précise, est-elle synonyme de réel progrès/innovation ou s'agit-il uniquement d'une substitution à ce qui est déjà fait ?

Cette notion fait également écho aux étudiants qui verbalisaient qu'une salle de classe était suffisante, voire plus adaptée, selon l'objectif spécifique, comme le *drill* de gestes techniques ou l'application simple de nouveaux apprentissages, tandis que la salle immersive était plus pertinente pour les scénarios complexes et pour l'apprentissage de l'autonomie et de l'observation. Ainsi, avant de se concentrer sur la RA, l'enseignant devrait vérifier l'alignement pédagogique de toute sa séquence didactique afin de vérifier la plus-value réelle d'un outil aussi complexe et sophistiqué. En effet, comme le soulignent Scerbo et Dawson (2007, p. 224), des « niveaux de fidélité différents devraient être utilisés en fonction des objectifs et des expériences des apprenants »[4].

## 5. Limites et perspectives

Ce travail de recherche comporte de nombreuses limites, nous en sommes conscients :

- Certains questionnaires fournis aux étudiants sont testés et validés (F-SUS ou le questionnaire de *flow*) tandis que d'autres parties ne le sont pas.
- Nous avons fait le choix de comparer la salle immersive à une salle de classe standard. Cependant, l'ESAMB dispose de différents moyens pour améliorer la fidélité des simulations, par exemple une salle de classe transformée en appartement, divers objets à implémenter dans la salle (boîtes de médicaments, bouteilles, couteaux, seringues…)
- Une étude ultérieure serait nécessaire pour comparer la simulation avec RA à une simulation dans les faux appartements ou à des simulations en extérieur. Les résultats seraient peut-être différents.
- Enfin, la récolte de données s'est déroulée sur une période relativement courte (trois jours sur un mois). Les résultats sont donc le reflet d'un instant précis. Or, la salle immersive est un outil récent, une étude longitudinale permettrait de déterminer l'évolution de l'engagement en lien avec l'utilisation de la RA sur une plus longue période.

Malgré un faible nombre de participants à cette étude, les résultats semblent démontrer que l'utilisation d'un dispositif de RA lors de scénarios de simulation permet un engagement plus homogène et un peu plus élevé des étudiants ambulanciers de 2è et 3è années de l'ESAMB. Ces résultats corroborent ceux d'études similaires dans le domaine de la santé (Lewis et al., 2021 ; Rudolph et al., 2007 ; Scerbo et Dawson, 2007). Cette amélioration semble résulter d'une augmentation significative de l'immersion et de l'autonomie des apprenants lors des scénarios qui favoriseraient la suspension de l'incrédulité. L'augmentation de la fidélité semble particulièrement favorisée par les éléments interactifs de l'environnement et la pluralité des sens stimulés (vue, odorat, etc.). Cette augmentation du sentiment d'immersion pourrait également expliquer la plus grande altération de perception du temps qui passe en salle immersive. La diminution des interactions avec l'enseignant et les observateurs favorise l'autonomie et l'absence de préoccupation de soi et permet aux étudiants de se centrer sur la tâche à effectuer.

Même si le *flow*, dimension émotionnelle de l'engagement, est déjà relativement élevé en salle de classe standard, il semble favorisé en salle immersive par les paramètres précédemment cités. Bien que la différence de *flow* entre les deux outils de simulation ne soit pas extrêmement grande, la variabilité interpersonnelle du *flow* est nettement moins importante en salle immersive. Ainsi, la RA semble engager quantitativement plus d'apprenants. Cette différence pourrait être justifiée par la plus grande disparité du sentiment d'immersion en salle standard qui impacte négativement l'engagement chez certains étudiants. L'immersion ou la perception de fidélité et de réalisme est un élément multidimensionnel propre à chacun. Un scénario de basse fidélité peut donc être perçu de façon très différente d'un étudiant à un autre. La RA

[3] Le modèle ASPID (adoption, substitution, progrès, innovation, détérioration) a pour objectif de modéliser le processus d'adoption et d'intégration pédagogique des technologies en contexte éducatif.

[4] Traduction libre.

semble gommer cette disparité par l'amélioration de la fidélité physique. Bien que de nombreuses études insistent sur l'importance de la fidélité conceptuelle, les résultats de cette recherche démontrent qu'une fidélité conceptuelle seule est moins efficace qu'une association de différents types de fidélité.

L'utilisation de la RA ne semble cependant pas avoir d'impact sur la perception du sens et de l'utilité de l'exercice. Ainsi, c'est bien la didactique d'enseignement qui est porteuse de sens et non l'outil utilisé. En ce sens, il est crucial de construire son dispositif de simulation autour d'objectifs d'apprentissage précis et d'une séquence pédagogique alignée et non autour d'un outil à utiliser coûte que coûte. Dans le cas contraire, une fidélité inadaptée couplée à un outil complexe pourrait impacter négativement les performances des étudiants. C'est bien l'association idéale de tous les éléments (objectifs ciblés, didactique adéquate, outils adaptés, degré de fidélité optimale) qui permettra un engagement et un apprentissage maximal.

## 6. Bibliographie


Bangor, A., Kortum P. et Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of user experience*, *4*, 114-123.

Betz, R., Ghuysen, A. et D'Orio, V. (2014). Simulation en pédagogie médicale : État des lieux. *Revue Médicale de Liège*, *69*(3), 132-138.

Brault-Labbé, A. et Dubé, L. (2009). "Mieux comprendre l'engagement psychologique : Revue théorique et proposition d'un modèle intégratif". *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale*, *81*(1), 115-131. https://doi.org/10.3917/cips.081.0115

Collectif (2004). *Théorie d'Albert Bandura : Synthèse. Extraits et notes de lectures : De l'apprentissage social au sentiment d'efficacité personnelle. https://ent2d.ac-bordeaux.fr/disciplines/hotellerie/wp-content/uploads/sites/46/2018/05/BANDURA_Theorie.pdf*

Cowperthwait, A. (2020). NLN/Jeffries Simulation Framework for Simulated Participant Methodology. *Clinical Simulation in Nursing*, *42*, 12-21. https://doi.org/10.1016/j.ecns.2019.12.009

Csikszentmihalyi, M. et Bouffard, L. (2017). Le point sur le flow. *Revue québécoise de psychologie*, *38*(1), 65-81. https://doi.org/10.7202/1040070ar

Gremion, C. et Perriard, L. (2023). La gamification comme vecteur d'engagement en formation. Deux analyses de pratiques en formation continue et dans l'enseignement supérieur professionnalisant. *IPTIC : Intégration pédagogique des TIC*, (3), 143-149.

Gronier, G. et Baudet, A. (2021). Psychometric Evaluation of the F-SUS: Creation and Validation of the French Version of the System Usability Scale. *International Journal of Human–Computer Interaction*, *37*(16), 1571-1582. https://doi.org/10.1080/10447318.2021.1898828

Heutte, J., Fenouillet, F., Boniwell, I., Martin-Krumm, C. et Csikszentmihalyi, M. (2014). Optimal learning experience in digital environments: Theoretical concepts, measure and modelisation. *Symposium "Digital Learning in 21st Century Universities: A Franco-Amercian Perspective"*.

Heutte, J. (2011). *La part du collectif dans la motivation et son impact sur le bien-être comme médiateur de la réussite des étudiants : Complémentarités et contributions entre l'autodétermination, l'auto-efficacité et l'autotélisme* [Thèse de doctorat en Sciences de l'Éducation. Paris Ouest-Nanterre-La Défense].

Karsenti, T. (2013). Le modèle ASPID : modéliser le processus d'adoption et d'intégration pédagogique des technologies en contexte éducatif. *Formation et profession*, *21*(1), 74-75. http://dx.doi.org/10.18162/fp.2013.a17

Lakhal, M. et Boumahdi, A. (2024). L'impact des technologies d'apprentissage adaptatif sur l'engagement et la motivation des apprenants. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, *5*(9), 475-492. https://doi.org/10.5281/zenodo.13733134

Lewis, F., Plante, P. et Lemire, D. (2021). Pertinence, efficacité et principes pédagogiques de la réalité virtuelle et augmentée en contexte scolaire : Une revue de littérature. *Médiations et médiatisations*, (5), 11-27. https://doi.org/10.52358/mm.vi5.161

Massoth, C., Röder, H., Ohlenburg, H., Hessler, M., Zarbock, A., Pöpping, D. M. et Wenk, M. (2019). High-fidelity is not superior to low-fidelity simulation but leads to overconfidence in medical students. *BMC Medical Education*, *19*(1), 29. https://doi.org/10.1186/s12909-019-1464-7

Molinari, G., Poellhuber, B., Heutte, J., Lavoué, E., Widmer, D. S. et Caron, P.-A. (2016). L'engagement et la persistance dans les dispositifs de formation en ligne : Regards croisés. *Distances et médiations des savoirs*, (13). https://doi.org/10.4000/dms.1332

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

Rudolph, J. W., Simon, R. et Raemer, D. B. (2007). Which Reality Matters? Questions on the Path to High Engagement in Healthcare Simulation. *Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, *2*(3), 161-163. https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e31813d1035

Scerbo, M. W. et Dawson, S. (2007). High Fidelity, High Performance ? *Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, *2*(4), 224-230. https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e31815c25f1

Tricot, A., Plégat-Soutjis, F., Camps, J. F., Amiel, A., Lutz, G. et Morcillo, A. (2003). Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. *Actes de la Conférence Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*, (p. 391-402).

Van Der Maren, J.-M. (2014). *La recherche appliquée pour les professionnels : éducation, (para)médical, travail social*. De Boeck.

Wang, Y. et Ji, Y. (2021). How do they learn: Types and characteristics of medical and healthcare student engagement in a simulation-based learning environment. *BMC Medical Education*, *21*(1), 420.

## 7. Annexes

*Tableau 1 : Tableau des fréquences*

| | Classe standard | | | | Classe immersive | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | -- | - | + | ++ | -- | - | + | ++ |
| **Absorption cognitive** | | | | | | | | |
| Capable de faire face aux exigences | 0 | 0 | 7 | 11 | 0 | 0 | 9 | 9 |
| Je sentais que je contrôlais parfaitement mes actions | 1 | 3 | 10 | 4 | 0 | 2 | 12 | 4 |
| À chaque étape, je savais ce que je devais faire | 0 | 3 | 11 | 4 | 0 | 6 | 10 | 2 |
| **Altération de la perception du temps** | | | | | | | | |
| J'étais totalement absorbé par ce que je faisais | 0 | 5 | 8 | 5 | 0 | 0 | 7 | 11 |
| Je n'ai pas vu le temps passer | 1 | 2 | 4 | 13 | 0 | 0 | 3 | 15 |
| J'étais profondément concentré sur ce que je faisais | 0 | 3 | 6 | 9 | 0 | 0 | 3 | 15 |
| **Absence de préoccupation du soi** | | | | | | | | |
| Je n'étais pas préoccupé par ce que les autres pouvaient penser de moi | 0 | 6 | 5 | 6 | 0 | 0 | 8 | 10 |
| Je n'étais pas préoccupé par le jugement des autres | 1 | 3 | 7 | 7 | 0 | 0 | 8 | 10 |
| Je n'étais pas inquiet de ce que les autres pouvaient penser de moi | 1 | 5 | 5 | 7 | 0 | 1 | 8 | 9 |
| **Bien être** | | | | | | | | |
| J'ai le sentiment d'avoir vécu un moment enthousiasmant | 0 | 4 | 5 | 9 | 0 | 1 | 6 | 11 |
| Cette activité m'a procuré beaucoup de bien-être | 0 | 5 | 6 | 7 | 0 | 5 | 5 | 8 |
| J'ai ressenti une émotion que j'ai envie de partager | 0 | 5 | 5 | 8 | 0 | 6 | 5 | 7 |

| | Classe standard | | | | Classe immersive | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | -- | - | + | ++ | -- | - | + | ++ |
| **Motivation, plaisir et satisfaction** | | | | | | | | |
| La simulation dans cette salle me motive | 0 | 4 | 4 | 10 | 0 | 4 | 9 | 5 |
| Je préfère travailler dans cette salle plutôt que dans l'autre | 5 | 11 | 2 | 0 | 1 | 3 | 11 | 3 |
| Cette utilisation de la CS me satisfait | 0 | 8 | 7 | 3 | 0 | 0 | 10 | v |
| **Utilité, sens et intérêt** | | | | | | | | |
| Je pense que cette activité était utile pour mon futur professionnel | 0 | 0 | 3 | 15 | 0 | 1 | 4 | 13 |
| Je pense que cette activité est fortement reliée à ma future activité professionnelle | 0 | 0 | 8 | 10 | 0 | 0 | 5 | 13 |
| Je ne pense pas que cette activité était utile pour moi | 16 | 2 | 0 | 0 | 16 | 1 | 1 | 0 |
| Le contenu de cette formation m'intéresse | 0 | 1 | 3 | 14 | 0 | 0 | 3 | 15 |
| **Gravité et peur de l'échec** | | | | | | | | |
| Pour moi, échouer lors de cette activité me fait peur | 1 | 8 | 5 | 3 | 5 | 9 | 4 | 0 |
| Pour moi, échouer lors de cette activité serait très grave | 6 | 6 | 3 | 3 | 8 | 6 | 4 | 0 |
| **Autonomie** | | | | | | | | |
| La CS a diminué mon autonomie lors de la simulation | 2 | 8 | 4 | 4 | | | | |
| La SI m'a permis d'être plus autonome lors de la simulation | | | | | 0 | 2 | 7 | 9 |
| Le manque d'interactions avec l'environnement a impacté négativement mon apprentissage | 2 | 8 | 7 | 1 | | | | |
| Les interactions avec l'environnement de la SI ont participé à mon apprentissage | | | | | 0 | 1 | 10 | 7 |
| Le manque de réalisme de la CS a augmenté mes interactions avec l'enseignant | 0 | 1 | 8 | 9 | | | | |
| La SI a réduit positivement mes interactions avec l'enseignant | | | | | 0 | 0 | 8 | 10 |
| **Immersion** | | | | | | | | |
| Cette salle diminue le réalisme de la situation | 1 | 1 | 6 | 10 | | | | |
| Cette salle augmente le réalisme de la situation | | | | | 0 | 1 | 7 | 10 |
| J'ai eu de la peine à me sentir immergé dans la situation | 2 | 8 | 7 | 1 | | | | |
| Je me suis senti plus facilement immergé dans la situation | | | | | 0 | 1 | 5 | 12 |
| Travailler dans cette salle a engendré du stress supplémentaire | 6 | 9 | 2 | 1 | 10 | 6 | 1 | 1 |
| L'utilisation de la SI a impacté positivement mon apprentissage | | | | | 0 | 4 | 5 | 9 |
| Je considère la SI pertinente pour ma formation | | | | | 0 | 1 | 7 | 10 |