DOI : https://doi.org/10.26034/cm.iptic.2026.11765

« APPRENDRE EN AYANT PIED ». APPROCHE DIDACTIQUE DE L'IMMERSION EN SIMULATION EN SANTÉ

Raquel Becerril-Ortega (raquel.becerril@hesav.ch)
HESAV Haute École de Santé - Vaud, HES-SO Haute école spécialisée de Suisse occidentale

Céline Schnegg (celine.schnegg@hesav.ch)
HESAV Haute École de Santé - Vaud, HES-SO Haute école spécialisée de Suisse occidentale

Résumé

Cet article propose une approche didactique de l'immersion en simulation en santé, envisagée comme un processus structuré d'engagement et d'appropriation des apprenant·es. S'appuyant sur la théorie instrumentale, il analyse la manière dont l'environnement technique se transforme en une ressource d'apprentissage à travers un double processus d'instrumentation et d'instrumentalisation. L'étude de dispositifs de simulation, qu'ils soient high-tech ou low-tech, ainsi que l'examen de différentes positions apprenantes, conduisent à reformuler l'immersion comme une expérience d'apprentissage en ayant pied. Apprendre en ayant pied renvoie à un double mouvement de la part des apprenant·es : un engagement incarné dans l'action, conjointement à une prise de distance réflexive. Cette tension constitue une condition essentielle à l'élaboration des savoirs et au développement des gestes et des pratiques de soin. »

Mots-clés : simulation en santé, immersion, didactique, instrumentation, instrumentalisation, positions apprenantes.

1. Introduction

Réaliser une prise de sang, savoir communiquer avec un patient dément ou encore se coordonner lors d'une hémorragie du post-partum : autant de situations et de gestes, dans le domaine de la santé, dont l'apprentissage passe aujourd'hui par des dispositifs de simulation. Très ancienne – les simulateurs d'accouchement imaginés par Madame de Coudray autour des années 1750 en France sont à ce titre précurseurs (Rattner Gelbart, 1998), – la simulation en santé est en plein essor. L'engouement pour cette modalité pédagogique dans le domaine de la formation en santé peut s'expliquer par un contexte de pénurie de soignant·es et une volonté de former à moindre risque : « Jamais la première fois sur un patient réel » constitue en effet le principe éthique qui sous-tend les pratiques de simulation et en justifie le développement. La formation de professionnel·les de santé soulève également des enjeux spécifiques, en particulier au regard de la relation de soins (Boet et al., 2013). Former à soigner ne se réduit pas à la transmission de connaissance théoriques ; cela implique aussi d'ancrer des attitudes, des aptitudes, des manières de voir, de sentir, et des modalités de collaboration, à travers un processus d'apprentissage incarné engageant le corps des apprenant·es.

Dans son rapport intitulé « Bonnes pratiques en simulation en santé », La Haute Autorité de Santé (HAS) en France en propose la définition suivante :

> Le terme simulation en santé correspond à l'utilisation d'un matériel (comme un mannequin ou un simulateur procédural), de la réalité virtuelle ou d'un participant simulé pour reproduire des situations ou des environnements de soins, pour enseigner des procédures diagnostiques et thérapeutiques et permettre de répéter des processus, des situations cliniques ou des prises de décision par un professionnel de santé ou une équipe de professionnels (HAS, 2024, p. 150).

Cette définition met l'accent sur les différents dispositifs techniques – simulateur, réalité virtuelle, patient simulé – mobilisés pour *reproduire* des situations. A ce titre, elle s'inscrit dans un débat, au cœur d'une certaine littérature professionnelle et scientifique, notamment anglo-saxonne, portant sur le *réalisme* de l'environnement et la *fidélité* de l'expérience des apprenant·es (Jacobs et Rigby, 2022 ; Klingenberg et al., 2024). Dans la plupart de ces travaux, la fidélité et le réalisme des situations sont pensés comme les conditions *sine qua non* d'un apprentissage efficace et durable (Engström et al., 2016).

Plus récemment, le développement rapide de la réalité virtuelle a contribué à renouveler le débat. Ces techniques, par leur possibilité de modéliser des environnements, permettent en effet de dépasser les limites matérielles susceptibles d'entraver cette exigence de réalisme. Dans ce contexte, la notion d'immersion, pensée comme un engagement total – cognitif, émotionnel et corporel – a fait son apparition (Andersson Hagiwara et al., 2016). Cette notion, mobilisée dans de nombreux travaux traitant de l'utilisation de la réalité virtuelle en simulation en santé (Fuchs, 2019 ; Gobin-Mignot et Woll, 2019), reste pourtant peu problématisée. Elle est souvent pensée dans une perspective technocentrée au sens de Pierre Rabardel (1995), selon laquelle les dispositifs de réalité virtuelle entraîneraient à eux seuls l'immersion des apprenant·es et favoriseraient à ce titre l'apprentissage.

Nous proposons ici de discuter ce lien entre réalisme, immersion, engagement et apprentissage dans le contexte spécifique de la simulation en santé. S'il ne fait aucun doute que réalisme et immersion totale facilitent l'engagement des apprenant·es – de nombreux travaux issus du domaine de la psychologie cognitive ou de l'informatique en attestent, – la « puissance » technologique ne se traduit pas forcément en « puissance » pédagogique. Autrement dit, un environnement, à la fois hautement réaliste et hautement technologisé, ne garantit ni l'immersion, ni l'engagement des apprenant·es, ni, à terme, l'acquisition de compétences et de connaissances. L'immersion ne se limite ni au réalisme technique ni à l'engagement sensoriel immédiat. Elle repose sur un processus d'appropriation structuré, dans lequel les apprenant·es transforment l'environnement technique de simulation en ressource d'apprentissage à travers le double mouvement d'instrumentation et d'instrumentalisation, deux notions inscrites dans la théorie instrumentale de Rabardel (1995) et dans ses prolongements contemporains (Bationo-Tillon et al., 2026).

Cette théorie, développée au sein de la didactique professionnelle, permet une lecture de l'immersion qui repose, quel que soit le dispositif technique, sur l'appropriation, par les apprenant·es et les formateur·trices, d'un espace d'expérimentation commun. Cet espace, issu de la transposition de situations professionnelles

en situations d'apprentissage, se structure aux niveaux spatial et temporel pour favoriser l'engagement des participant·es (Vadcard, 2022). Par ailleurs, ce processus d'appropriation ne relève pas uniquement de la cognition, mais s'ancre dans l'interaction entre corps et environnement. L'engagement sensorimoteur et corporel des apprenant·es façonne leur expérience immersive, soulignant ainsi le rôle central de la notion de cognition incarnée.

Cet article thématise l'immersion en articulant le rôle de l'environnement technique et pédagogique à celui de l'apprenant·e et de son corps. Certaines réflexions découlent des échanges qui se sont déroulés lors des séminaires du laboratoire CRAFT-RIFT de l'université de Genève, en Suisse. À ce titre, nous nous éloignons d'une conception technocentrée de l'immersion pour en proposer une approche interactionniste, attentive à la manière dont acteurs et actrices interagissent avec les contextes dans lesquels ils et elles évoluent, les transforment, se transforment (Becerril-Ortega, 2023). Notre article se structure en quatre temps. Dans un premier temps, nous montrons que l'immersion et l'engagement des apprenant·es ont lieu parce qu'il y a une intention didactique. Cet engagement repose en grande partie sur l'idée que l'interaction est au cœur de l'apprentissage. L'interactionnisme suppose en effet une relation entre un ou plusieurs sujets, un environnement et les échanges qui les relient. Dans un deuxième temps, nous réfléchissons au rôle des simulateurs et plus généralement celui des affordances dans le processus d'immersion, en nous appuyant notamment sur la théorie instrumentale de Rabardel (1995). Nous analysons, dans une troisième partie de l'article, deux dispositifs volontairement contrastés de simulation – low-tech et high-tech – et montrons leurs enjeux du point de vue de l'immersion et de l'apprentissage des apprenant·es[1]. La quatrième partie de l'article est consacrée à l'analyse de trois positions apprenantes : position d'actant, d'observateur, d'observ-acteur[2]. L'exposition de ces positions permet de nuancer le postulat d'un lien nécessaire entre immersion complète et acquisition de connaissances. Elle conduit également à interroger une conception forcément active de l'engagement, au détriment de formes plus indirectes – telles que l'observation ou la réflexion – qui participent pourtant pleinement à l'élaboration des apprentissages. Penser l'immersion selon une approche didactique nous conduit finalement à réfléchir aux limites de ce concept du point de vue de la conception d'environnements pédagogiques : une immersion totale est-elle toujours nécessaire et forcément souhaitable ? N'est-il pas préférable d'« apprendre en ayant pied » ?

2. Immersion dans une situation didactisée

Disons-le d'emblée : l'immersion ne peut se réduire au réalisme sensoriel, elle doit être pensée comme un processus structuré d'apprentissage. Nous l'avons mentionné en introduction, la notion d'immersion est associée, dans la littérature, aux techniques de simulation, comme les mannequins haute-fidélité, les patients simulés et plus encore, la réalité virtuelle. En effet, ces techniques permettent aux apprenant·es d'évoluer et d'agir dans un environnement modélisé, plus ou moins complexe, qui réagit aux actions entreprises. Si cette plongée passe essentiellement par la vue, l'apprenant·e, plongé·e dans ce milieu, expérimente également les situations avec son corps, en entraînant par exemple certains gestes ou en ressentant certaines émotions. L'immersion traduit cette possibilité, pour les apprenant·es, d'être dedans, de vivre pleinement la situation, alors que le dispositif technique agit comme support ou médiation de l'immersion. Plusieurs auteur·es relèvent ainsi l'importance d'être immergé·e pour expérimenter et apprendre. Ils considèrent par exemple que les techniques de réalité virtuelle, par leur capacité à recréer un environnement réaliste et, surtout, à susciter des interactions entre les apprenant·es et leur milieu, permettent d'améliorer leur engagement et par ce biais, l'expérience d'apprentissage, tout particulièrement dans le cadre d'apprentissages procéduraux visant l'acquisition de gestes techniques (Jongbloed et al., 2024).

Si, de notre point de vue, l'immersion ne s'explique ni par la technique ni par le réalisme environnemental, elle doit avant tout être articulée à la notion d'engagement des apprenant·es dans la situation d'apprentissage. À quelles conditions cet engagement peut-il avoir lieu ? À ce titre, l'approche didactique de la simulation développée par Pastré (2000, 2023) se révèle particulièrement féconde. Considérant la simulation comme un cas particulier de pédagogie de situation, cet auteur rappelle qu'elle consiste à mettre en scène des situations de travail avec une intention explicite d'apprentissage (Pastré, 1999/2023, p. 99).

[1] Certaines données et réflexions du présent article sont issues du projet financé par le Fonds national suisse de recherche scientifique, intitulé « À l'épreuve du "faire comme si". Ethnographie de l'expérience de simulation immersive en santé » (10001A_207695). Nous remercions nos collègues et membres de l'équipe de recherche, Carla Vaucher, Séverine Rey et Jérôme Debons.

[2] La conceptualisation de ces trois positions apprenantes s'appuie sur de nombreux échanges avec des collègues enseignant·es, formateur·trices et technicien·nes.

Cette intentionnalité, propre à la didactique, suppose que la simulation est un lieu d'expérimentation où de nouveaux gestes ou de nouvelles compétences travaillées sont mobilisées (Becerril-Ortega, 2021). Mais les tenant·es de l'approche didactique rappellent surtout que le support d'apprentissage n'est pas la situation de travail, mais une transposition de cette situation. Il y a donc un décalage, un recul contrôlé, pour permettre le réinvestissement ultérieur des compétences.

L'approche didactique prend ainsi une distance par rapport à l'approche dominante dite réaliste de la simulation dont l'objectif est de reproduire la situation à l'identique, avec un haut degré de fidélité de l'environnement matériel. À l'inverse, l'approche didactique rappelle l'essentiel : la simulation procure l'avantage de provoquer « une mise en activité » dont l'objectif est d'apprendre et non pas de « re-produire un soin ». Selon cette dimension constructive de l'activité, gestes, comportements, actions sont mobilisés, notamment en formation initiale, pour répondre à cette attente. C'est dans ce couplage que la simulation est intéressante pour l'apprentissage « non pas parce qu'elle reproduit fidèlement une situation de travail, mais parce qu'elle permet de construire le problème auquel est confronté un opérateur dans son travail et qui est source d'apprentissage » (Pastré, 2023, p. 167).

Durant la simulation, les acteur·trices s'engagent à faire *comme si*. La notion de contrat virtuel, développée par Dieckman et al. (2007), constitue la pierre angulaire d'une simulation efficace. L'enrôlement des apprenant·es et des formateur·trices consiste alors à amener les participant·es à interagir avec un mannequin, un patient simulé ou un dispositif technique comme s'il s'agissait d'un véritable patient. Aussi, les conséquences des actions diagnostiques et thérapeutiques sont représentées *comme si* elles étaient réelles. Autrement dit, la simulation doit donner à l'apprenant·e l'impression d'être réelle pour lui permettre d'opérer le passage ontologique du faire semblant à l'être (Bielser et al., 2022).

Nous l'aurons compris, l'approche didactique repose sur une représentation du réel (Becerril-Ortega, 2021). Cette représentation est fonctionnelle et se définit par trois caractéristiques. D'abord, elle entretient un lien étroit avec l'action (Leplat, 2013). Elle est ensuite indissociable de l'objet qu'elle représente (Rogalski, 2013). Enfin, elle permet d'anticiper et de s'adapter en s'affranchissant des contraintes de temps et d'espace (Rogalski, 2013). Dans un contexte à visée didactique, une représentation externe, publique et potentiellement dépersonnalisée peut servir d'outil cognitif pour l'action. La situation pédagogique résulte alors d'une transformation adaptative – ou transposition – permettant de conserver la nature du problème : on ne représente pas le réel, mais un problème issu du réel (Pastré, 2011).

Si l'on refait un pas vers la notion d'immersion, l'on en déduit que c'est la *bonne transposition* du problème qui permet aux apprenant·es de ne pas perdre pied durant l'expérience de simulation et qui constitue un contexte favorable à l'appropriation de nouveaux gestes et à l'élaboration de connaissances. La conception de l'espace pédagogique induit ainsi une immersion mesurée : au lieu d'être submergé·es par une réalité qui, par sa nouveauté, sa complexité, sa rapidité, son réalisme même, les surprend et les dépasse, les apprenant·es peuvent faire *comme si* grâce à l'immersion tout en conservant une distance par rapport à leur engagement dans l'expérience d'un soin.

3. Penser l'instrumentation, le support de l'immersion

Pas de simulation sans simulateur ! Quel que soit le support privilégié, celui-ci joue un rôle central dans la configuration des espaces pédagogiques et définit, par ses affordances, une représentation fonctionnelle partagée de la situation d'apprentissage.

De son côté, Rabardel (1995) développe la notion d'instrumentation et rappelle la nécessité de tenir compte du processus d'appropriation d'un objet technique (artefact) qui devient un instrument à travers l'usage qu'en font les utilisateur·trices plus ou moins averti·es. Dans le cadre de cette « genèse instrumentale », l'affordance joue un rôle-clé dans la transformation de l'artefact en instrument, car elle oriente la manière dont l'utilisateur·trice perçoit et interprète les potentialités de l'objet. L'affordance s'inscrit ainsi dans un processus plus large : elle contribue à la formation de schèmes d'utilisation (manières habituelles d'utiliser un instrument) et à la construction d'un rapport dynamique entre l'utilisateur·trice et l'objet.

Rappelons ici brièvement les principaux apports de la théorie instrumentale de Rabardel (1995, 2005). Cet auteur distingue deux types de rapports entre l'homme et les technologies. Un rapport où la technologie

est un objet d'activité, dominant dans les activités de maintenance ou de dépannage. Un rapport instrumental, où l'objet devient un moyen intégré à l'activité du sujet. Ce deuxième rapport nous intéresse particulièrement ici, car il révèle la double nature de l'entité instrumentale : sa composante artefact, qui peut être de nature technique, matérielle et immatérielle (les signes, les savoirs); et sa composante « schèmes d'utilisation ». Ainsi,

> L'instrument est, du fait de cette double nature, ontologiquement transgressif des frontières habituellement reconnues aux organismes vivants. L'instrument subjectif appartient à la fois à l'externalité du corps physique, par ses composantes artefact, et à la fois au corps physique du sujet, du fait de ses dimensions schématiques (Rabardel, 2005, p. 14).

Pour le dire autrement, Rabardel (2005) considère que la frontière du sujet agissant, sa peau de sujet capable, ne coïncide que localement avec celle du corps physique. On observe alors une incorporation des instruments subjectifs dans le schéma corporel du sujet agissant.

Aussi, penser l'immersion dans les situations de simulation implique de tenir compte de la dimension incarnée de l'activité. Meirieu (2020), pédagogue et militant français, souligne que l'apprentissage engage non seulement le cognitif, mais aussi le corps (engagement physique) et le cœur (engagement émotionnel). Par ailleurs, dans *Cognition in the Wild*, Hutchins (1995) examine comment la cognition émerge au sein de systèmes cognitifs distribués, en insistant sur l'importance de l'incarnation physique (*physical embodiment*). Souligner le rôle du corps dans l'interaction avec l'environnement, notamment par le biais des actions physiques qui structurent et régulent la pensée, implique de penser l'engagement corporel dans les processus d'apprentissage. Le savoir incarné, bien que difficile à verbaliser, est en effet essentiel dans la formation par simulation (Gormley et Murphy, 2023 ; Kelly et al., 2019). La simulation engage ainsi activement le corps et permet une participation sensorielle et cognitive qui transforme tant le milieu que l'individu lui-même. Elle crée une situation où l'apprenant·e interagit de manière tangible avec le milieu, ce qui facilite la mobilisation et l'acquisition de nouvelles compétences (Becerril-Ortega, 2023).

On en déduit alors que l'immersion ne se réduit pas à une simple mise en situation technique, mais qu'elle constitue un processus où l'instrumentation et l'instrumentalisation agissent de manière corrélative pour permettre l'appropriation effective de l'artefact par l'apprenant·e. Loin d'être un simple support externe, l'instrument se transforme progressivement en ressource intégrée à l'activité du sujet, en mobilisant à la fois ses schèmes d'action et ses capacités perceptivo-motrices. Dans cette dynamique, la cognition incarnée joue un rôle central : l'engagement du corps dans l'interaction avec l'artefact oriente non seulement la manière dont il est perçu, mais aussi la façon dont il est investi et manipulé dans l'action. Penser la simulation comme un dispositif d'apprentissage opérant implique alors d'articuler ces deux mouvements complémentaires : d'une part, l'instrumentation, qui permet à l'outil de devenir un prolongement des schèmes d'usage du sujet, et d'autre part, l'instrumentalisation, par laquelle le sujet ajuste et transforme l'artefact en fonction de ses propres stratégies d'action. C'est cette interaction dynamique entre corps, outil et environnement qui rend soutient l'apprentissage en simulation.

4. Instrumenter la simulation, préparer l'immersion

Le décor pédagogique, c'est-à-dire la manière dont les concepteur·trices des espaces disposent les salles et arrangent les supports pour qu'ils représentent la situation d'apprentissage, ne sera pas le même selon que l'on utilise un simulateur intraveineux de bras d'injection pour apprendre à piquer; un mannequin haute-fidélité doté d'une voix électronique pour affronter une hémorragie massive du post-partum; un·e patient·e simulé·e pour la gestion des angoisses d'un patient dément; ou un jeu en immersion à 360° pour évaluer le niveau de conscience d'un blessé selon l'échelle de Glasgow (Correia de Oliveira et al., 2024). La reconfiguration des espaces pédagogiques ne se limite pas à réorganiser le décor matériel et didactique, mais peut faire varier la position des apprenant·es, des formateur·trices ou leurs conditions d'engagement dans la situation d'apprentissage.

Comment l'instrumentation didactique et les affordances techniques des simulateurs structurent-elles l'espace pédagogique et influencent-elles l'engagement des apprenant·es ? Deux formes contrastées d'instrumentation sont examinées : d'une part, les simulateurs high-tech, qui favorisent l'immersion par le réalisme et l'interactivité ; d'autre part, les simulateurs low-tech, qui misent sur la structuration de l'espace et la fidélité au problème à résoudre. Ces approches ne s'opposent pas, mais peuvent se compléter, voire

s'hybrider, dans une perspective didactique de la simulation.

4.1 High-tech : réalisme et interactivité

La simulation haute-fidélité fait référence à des expériences de simulation qui sont réalistes et qui offrent un niveau élevé d'interactivité aux apprenant·es (INACSL, 2021). Elle peut s'appliquer à tout mode ou méthode de simulation, par exemple : mannequin, humain, entraîneur de tâches par réalité virtuelle. La reproduction d'un box de déchocage, entièrement équipé (instruments de mesure et de monitoring, chariot de réanimation, médicaments, etc.), mettant en scène un mannequin haute-fidélité en arrêt cardio-respiratoire, sur lequel il est possible de réaliser de nombreux gestes, représente une version aboutie et idéal-typique de ce type de simulation haute-fidélité dans le domaine de la santé.

Ces mannequins hautement technologiques permettent de reproduire un patient, en fournissant notamment un ensemble d'informations cliniques évolutives (respiration, pouls, pupilles, cyanose) (Figure 1, à gauche). Ils sont contrôlés à distance par les formateur·trices depuis une régie, où des décisions sont prises en temps réel afin de moduler l'évolution de l'état du patient selon le déroulement de l'activité (Figure 1, à droite). Au cours de l'expérience de simulation, les formateur·trices utilisent également leur voix pour fournir des informations cliniques ou des précisions à la demande des étudiant·es (voix off), ainsi que pour incarner le patient, en répondant aux questions des étudiant·es soignant·es et en exprimant différents états, tels que des gémissements de douleur, des plaintes ou des remerciements pour les soins prodigués.

Figure 1 : Photographies d'une salle de simulation préparée pour une séance de f ormation (à gauche) et vue de la régie (à droite) (photographies prises par l'équipe)



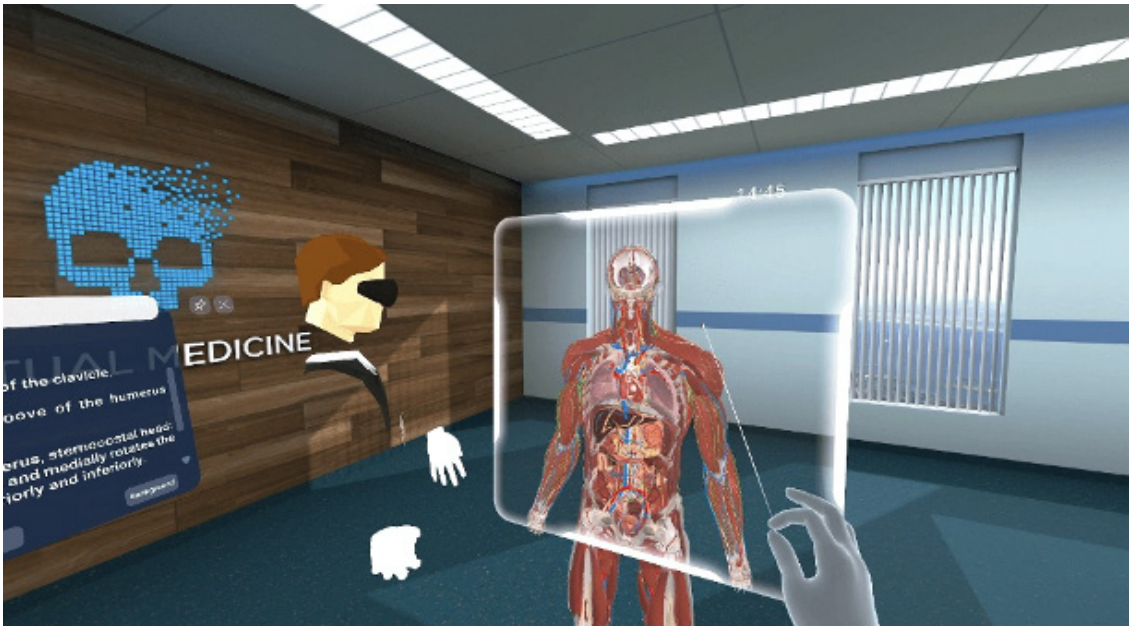
Le scénario pour ce type de simulation est savamment construit, en référence à une situation réelle (situation dite *de référence*). Avant d'entrer dans le jeu, les étudiant·es sont briefé·es : le contrat fictionnel est rappelé, les objectifs d'apprentissage sont énoncés et l'environnement matériel (mannequin, instruments, médicaments) est présenté, les apprenant·es étant invité·es à le manipuler afin de se l'approprier. Pendant l'expérience en tant que telle, les étudiant·es font *comme si* c'était réel – on attend explicitement qu'ils·elles jouent le jeu – et tentent de résoudre l'énigme diagnostique que leur ont soumis les formateur·trices. S'il s'agit effectivement de faire *comme si*, l'expérience de simulation est marquée par une suspension du temps, rendant possible la réalisation plus lente des gestes et des raisonnements cliniques. Par ailleurs, tous les gestes ne sont pas réalisés lors de la simulation : l'on demandera aux apprenant·es de les verbaliser – « je désinfecte », « je pose une voie » – pour s'assurer qu'ils sont faits, sans qu'ils ne le soient vraiment, et respecter leur enchaînement. À la suite de l'expérience en tant que telle, fondée sur l'agir dans la situation et le ressentir, la phase du débriefing vient clôturer le processus et enclenche ainsi un passage du vécu à la mise en mots. Cette étape permet aux apprenant·es, encadré·es par les formateur·trices, d'entamer un processus cognitif de réflexivité et d'élaboration des connaissances.

Une autre modalité de simulation immersive en développement croissant est la simulation numérique. Dans ce contexte, les supports technologiques avancés, tels que les technologies immersives (notamment la réalité virtuelle), constituent un domaine scientifique et technique en pleine expansion. Ces technologies exploitent l'information pour simuler, dans un monde virtuel, le comportement d'entités 3D interagissant en temps réel entre elles et avec une ou plusieurs personnes en immersion pseudo-naturelle (Fuchs, 2019).

Qu'elle soit mobilisée pour l'exécution de gestes professionnels difficilement réalisables autrement, pour l'exploration de sites inaccessibles ou pour la simulation de situations à risque, la réalité virtuelle à visée pédagogique s'impose aujourd'hui dans le domaine de la simulation comme une alternative technologique avancée, plus accessible financièrement. Elle offre aux apprenant·es la possibilité de s'immerger à plusieurs reprises dans des environnements variés, tout en exigeant de leur part une certaine autonomie dans l'apprentissage.

Prenons l'exemple de l'anatomie, une discipline dont l'apprentissage s'appuie sur des supports permettant d'explorer les structures du corps humain sous différents angles et à diverses échelles (Degueurce, 2015 ; Gouriveau, 2015). La réalité virtuelle s'appuie sur des affordances spécifiques, notamment la possibilité de manipuler des représentations tridimensionnelles et d'accéder à des structures de petite taille souvent difficiles à observer sur du matériel cadavérique, et encore moins en situation réelle (Figure 2). Elle offre un accès détaillé aux structures internes et aux connexions complexes entre les tissus (Gallot et al., 2024). Pour l'étude des cavités anatomiques, où la visualisation des relations tridimensionnelles joue un rôle-clé dans l'apprentissage (Ail et al., 2024), la réalité virtuelle s'avère pertinente, même si son efficacité varie en fonction des capacités visuo-spatiales des étudiant·es et du type d'interaction proposé par l'outil (Bogomolova et al., 2020).

Figure 2 : Exemple de représentation tridimensionnelle de différentes structures anatomiques dans une expérience en réalité virtuelle proposée par l'entreprise Virtual Medicine©



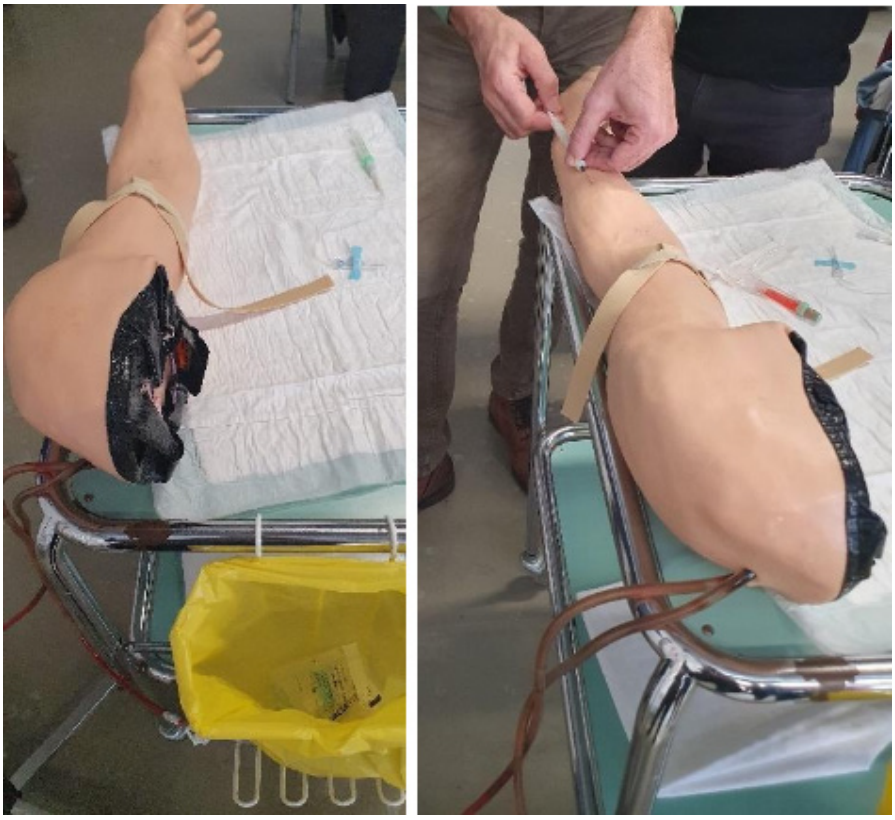
En somme, les simulateurs dits high-tech se caractérisent par leurs affordances spécifiques : réalisme sensoriel, réactivité et interactivité. L'affordance principale de ces simulateurs (mannequins haute-fidélité, réalité virtuelle) se situe dans leur capacité à produire une immersion « auto-suffisante », où l'environnement simule la situation de manière intégrée (ex. le mannequin qui réagit). En revanche, parmi les simulations immersives, il importe de distinguer celles qui permettent d'engager activement le corps de celles qui « se limitent » à une immersion cognitive.

4.2 Low-tech : le problème et le geste

En contraste avec les simulations dites haute-fidélité, les simulations basse-fidélité proposent une représentation fonctionnelle du problème à résoudre ou certaines caractéristiques de la situation (traits saillants), sans chercher à les représenter de manière exacte. Ce type de simulation ne nécessite pas d'être contrôlé ou programmé de l'extérieur pour que l'apprenant·e puisse y participer. L'instrumentation low-tech s'appuie moins sur les capacités du simulateur que sur l'organisation de l'espace pédagogique et l'engagement des apprenant·es dans la tâche et le geste, guidé·es de près par les formateur·trices.

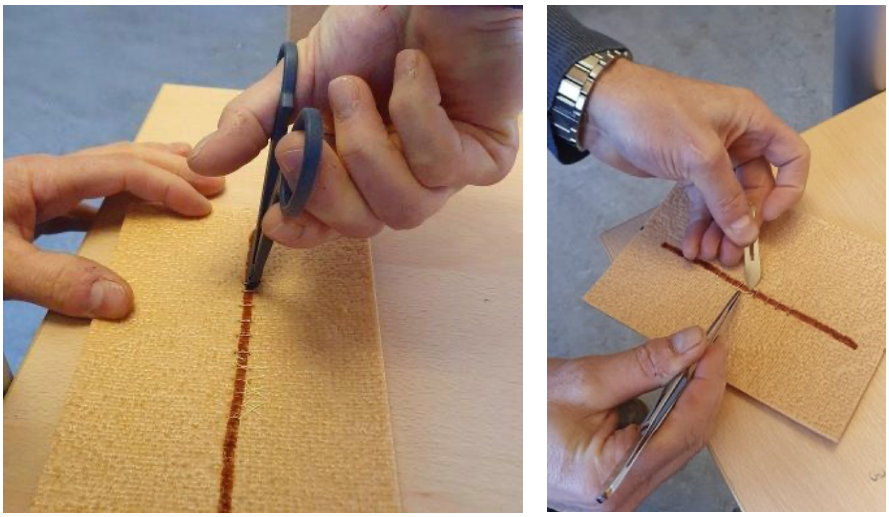
Les exemples peuvent inclure : des études de cas, des jeux de rôle ou des formateurs de tâches utilisés pour aider étudiant·es ou professionnel·les à gérer une situation (l'annonce d'une mauvaise nouvelle, par exemple) ou à intégrer un geste clinique (faire une injection intramusculaire). La Figure 3 ci-après montre la disposition d'un environnement qui intègre un « bras » pour permettre l'acquisition d'un geste technique, celui de « piquer » ou réaliser une prise de sang.

Figure 3 : Photographies d'un simulateur basse-fidélité pour apprendre le geste « piquer », geste emblématique dans les soins infirmiers (photographies prises par l'équipe)



Comment est-on immergé avec un simulateur low-tech ? Prenons l'exemple du simulateur de plaies (Becerril Ortega & Schnegg, 2026), qui consiste en un tapis de danse découpé sur lequel un trait rougeâtre, tracé au feutre, représente une plaie avec une ligne d'agrafes ou des fils de suture (Figure 4). Ce support est évidemment décalé par rapport à la réalité (Becerril-Ortega, 2022). Il n'en est pas moins amplement utilisé pour enseigner deux gestes techniques, l'ablation de points de suture et d'agrafes. Pour assurer cette activité, plusieurs paramètres entrent en jeu : par exemple, trois fils doivent être visibles au bout de la pince, preuve de la bonne ablation de la suture ; ou les agrafes entières, prenant alors la forme d'un M, doivent être présentes à la fin de l'opération de retrait avec l'ôte-agrafe.

Figure 4 : Photographies de l'utilisation du simulateur basse-fidélité lors de deux gestes : l'ablation d'agrafes (à gauche) et l'ablation de points de suture (à droite) (photographies prises par l'équipe)



Selon le problème à traiter, les concepteur·trices recourent à l'hybridation, qui consiste à combiner les ressources humaines et les supports techniques de manière à simplifier – pour réduire la charge cognitive des apprenant·es durant l'expérience – ou à densifier l'expérience, en rendant par exemple la situation de plus en plus complexe. Dans le cas de ce simulateur de plaie, l'hybridation permet d'augmenter l'effet d'immersion. Ce simulateur basse-fidélité peut être fixé, à l'aide d'un simple scotch, sur le bras d'une personne qui jouera le rôle de patient·e. L'espace pédagogique gagne alors en densité : on passe du simple geste technique d'ablation de points de suture ou d'agrafes à une véritable interaction avec un·e patient·e simulé·e qui pourrait craindre de ressentir de la douleur lors de cette intervention et bouger. Ici, le manque d'interactivité du support low-tech, qui ne réagit pas aux actions, est compensé par la nouvelle structuration de l'espace pédagogique. Le retour d'information est alors assuré par le ou la patiente simulée.

Les simulateurs, quel que soit leur degré de sophistication, sont donc à la fois des supports d'états représentationnels de l'information et des contraintes structurelles qui influencent l'organisation de l'action (Jongbloed et al., 2024). Dans ce sens, ce sont moins les caractéristiques intrinsèques des simulateurs qui produisent l'immersion que leur utilisation en tant que support d'un geste et d'une représentation de la situation, contribuant ainsi au renforcement de la qualité de l'expérience (Chaker, 2024). Autrement dit, ils ne se contentent pas d'être des intermédiaires entre le sujet et la tâche. Ils participent, instrumentés par les usagères et les usagers, à la densification des situations didactiques. Dans une perspective didactique, l'instrumentation des espaces de simulation faisant appel à des simulateurs high-tech induit un engagement partiellement guidé par la technologie ; à l'inverse, dans des environnements pédagogiques mobilisant des simulateurs low-tech, l'immersion repose davantage sur la transposition du problème et sur l'enrôlement des apprenant·es dans une dynamique de faire *comme si*. Ces deux types d'espace et les ressorts de l'immersion qui leur sont propres ne s'opposent en aucun cas. Ils peuvent d'ailleurs se combiner par le biais de leur hybridation.

5. Instrumentaliser la simulation, s'immerger

Après avoir examiné comment l'instrumentation des espaces pédagogiques façonne les conditions d'immersion, nous nous intéressons maintenant à la manière dont les apprenant·es s'approprient activement ces espaces, à travers différentes formes d'engagement. L'immersion en simulation, nous le rappelons, repose sur une articulation entre espace, interactions et engagement corporel et cognitif des apprenant·es. Ainsi, les différents éléments énumérés ci-dessus créent ensemble les conditions de l'expérience de simulation en tant qu'expérience encadrée et incarnée. Configurer l'espace destiné à la simulation suppose de réfléchir à la manière dont les apprenant·es vont s'y engager, interagir : c'est l'instrumentalisation. Elle est importante, car pour des apprenant·es en formation initiale, encore peu familiarisé·es avec le monde du travail, l'expérience en simulation constitue une réalité à part entière (Vadcard, 2022), la seule à laquelle ils et elles ont pour le moment accès.

Si l'instrumentation définit les conditions matérielles et organisationnelles de la simulation, l'instrumentalisation décrit la manière dont les apprenant·es s'approprient l'environnement pour agir, apprendre et se transformer. À première vue, l'immersion semble relever d'un processus unique, conforme aux approches interactionnistes, selon lesquelles l'apprentissage résulte des dynamiques entre un sujet, un environnement et les transformations réciproques qui en découlent. Aussi, les théories classiques de l'apprentissage, qu'elles soient behavioristes, constructivistes, socioconstructivistes, historico-culturelles ou cognitivistes, s'accordent à dire qu'un sujet apprend en se confrontant à son environnement et en s'engageant de manière active dans une tâche ou une activité (De Simone, 2023, p. 90-91). Toutefois, en simulation en santé, l'engagement des apprenant·es ne se limite pas à une seule modalité d'interaction. L'immersion se décline selon trois formes distinctes, qui déploient autant de manières d'instrumentaliser l'environnement pour apprendre.

Nous distinguons ainsi trois positions apprenantes : actant, observateur et observ-acteur. Chacune de ces positions place l'apprenant·e dans un rapport différencié à l'activité, modulant son implication cognitive, sensorimotrice et interactionnelle.

Une première position, courante dans la simulation en santé, est celle d'actant·e. Les étudiant·es se préparent à devenir des professionnel·les de santé et endossent, durant les simulations, le rôle qu'ils et elles occuperont dans leur future pratique. Il n'est d'ailleurs pas rare qu'ils et elles n'adoptent que cette posture. Dans cette position d'actant·e, les apprenant·es expérimentent, s'exercent, tâtonnent et s'entraînent, déployant ainsi les gestes, les procédures et les raisonnements qui deviendront bientôt les leurs.

La position d'actant·e place l'apprenant·e au centre de son activité. Elle lui permet d'apprivoiser les éléments du contexte, la prise d'informations, l'évolution de la situation ainsi que les retours sur ses propres actions. Dans cette perspective, il n'y a pas de dissonance entre la position occupée et celle attendue : l'apprenant·e vit la situation comme telle. L'immersion corporelle sert alors de levier pour apprendre à agir *depuis* l'intérieur de l'action, facilitant ainsi le passage à l'acte, initiant l'élaboration d'une ressource qui pourra être remobilisée ultérieurement, en situation de stage ou en situation de travail.

En revanche, tous les apprenant·es ne sont pas nécessairement plongé·es dans l'action. Une autre posture, celle d'observateur·trice, mobilise un engagement cognitif distinct, fondé sur l'analyse et l'anticipation. En simulation en santé, parfois pour des raisons pédagogiques, souvent pour des raisons financières, une partie du groupe occupe cette deuxième position d'observateur·trice. S'ils et elles se trouvent dans la salle de débriefing pour observer la simulation par vidéo streaming, dans la salle ou derrière une vitre à regarder directement la scène, les apprenant·es qui observent occupent également une position apprenante. Apprennent-ils et elles la même chose que leurs camarades actant·es ?

L'observation – si elle est active – place l'apprenant·e en position de retrait. Cette position, éloignée du « feu de l'action », permet de projeter son propre raisonnement sur l'action en cours dans la scène qui se déroule sous ses yeux. Il arrive souvent que les formateur·trices, durant le débriefing, s'adressent aux observateur·trices pour les interpeller ainsi : « Qu'est-ce que vous auriez fait dans ce cas-là ? » ou pour leur demander des justifications théoriques aux actions entreprises : « Quelqu'un se rappelle la prescription de ce médicament et ses conditions d'usage ? ». Les observateur·trices, en retrait de l'activité, n'interagissent pas avec les éléments de la situation et, de ce fait, les informations qu'ils ou elles saisissent peuvent être incomplètes. Néanmoins, c'est une position intéressante en vue de l'élaboration d'un premier modèle cognitif qui peut servir de levier pour mieux s'enrôler ensuite dans la simulation. D'ailleurs, elle est souvent mobilisée comme position préparatoire de l'expérience de simulation en tant que telle.

La troisième position, sans doute la plus originale, est celle d'observ-acteur·trice. En simulation en santé, elle consiste à endosser le rôle du patient et à « recevoir le soin ». Dans ce jeu de rôles, l'apprenant·e n'occupe plus sa future place de soignant·e, mais celle des personnes dont il ou elle aura à prendre soin. Cette position, tout comme celle d'actant·e, place l'apprenant·e au cœur de l'action, mais en miroir : il ou elle observe son camarade réaliser un soin, sur son propre corps. L'apprenant·e perçoit les paroles qui lui sont adressées, la manière dont on l'approche et chacun des gestes dirigés vers elle ou lui.

L'apprenant·e est ici à la fois observateur·trice et acteur·trice. Plongé·e dans la situation, il ou elle peut réagir aux gestes reçus. Or, dans cette position, l'apprenant·e agit de manière effective durant la simulation. Les observ-acteur·trices, également au centre de l'action, sont placé·es au plus près des actant·es, ce qui leur permet de saisir leurs comportements, leurs hésitations et leurs prises de décision. Bien qu'intégré·es à la scène, ils et elles ne sont pas impliqué·es directement dans les gestes techniques, leur regard incitant ainsi leurs camarades à ajuster leurs interventions en cours d'action.

Les trois positions d'actant·e, observateur·trice, observ-acteur·trice, décrites ici en termes d'instrumentalisations possibles, sont des positions apprenantes, dans le sens où elles permettent l'élaboration de connaissances et de compétences sur une situation donnée, même si elles relèvent de degrés différenciés d'immersion dans la situation. Rappelons ici que c'est l'intentionnalité didactique et l'engagement des apprenant·es qui jouent un rôle central pour garantir l'immersion. On en déduit alors qu'une immersion complète n'est pas forcément nécessaire pour apprendre à soigner. Nous pourrions même franchir un pas supplémentaire et considérer qu'être immergé·e ne signifie pas nécessairement être totalement plongé·e et entouré·e, au risque d'être submergé·e, débordé·e voire noyé.e. Au contraire, l'approche développée dans cet article, ainsi que l'élaboration des différentes positions apprenantes, démontre qu'il existe, pour apprendre *en situation*, un va-et-vient essentiel entre le dedans et le dehors qui permet l'expérimentation et l'identification des effets des actions.

6. « Avoir pied ». Un équilibre entre immersion et émersion

Dans cet article, nous proposons une approche didactique de l'immersion. En nous appuyant sur la théorie instrumentale, ancrée dans la didactique professionnelle et prolongée par les apports actuels de la cognition incarnée, nous envisageons l'immersion comme le produit de l'interaction entre les apprenant·es et l'environnement technique et pédagogique. Nous rappelons les quatre dimensions essentielles de la simulation : le premier temps, où la situation de simulation est didactisée ; le deuxième temps, où la structuration de l'espace pédagogique est pensée ; le troisième temps, où l'artefact est instrumenté ; enfin, le quatrième temps, où les apprenant·es instrumentalisent la simulation pour se l'approprier. Sur cette base, nous redéfinissons l'immersion comme un processus d'engagement des apprenant·es, dans une situation didactisée.

L'analyse des dispositifs high-tech et low-tech, dans une perspective didactique, nous permet de montrer comment ces deux approches influencent différemment les formes d'engagement des apprenant·es et génèrent ainsi des configurations immersives spécifiques. L'immersion en contexte de simulation est envisagée comme un processus d'engagement global, mobilisant à la fois le corps et la cognition, et reposant sur un va-et-vient entre l'action en situation et la réflexion, souvent menée *a posteriori*, sur cette action. En effet, pendant l'expérience de simulation, les apprenant·es agissent, interagissent et transforment leur environnement. Toutefois, leur immersion n'est pas nécessairement totale ni stable : elle peut fluctuer entre une position « dedans » et « dehors », ou osciller entre ces deux états. Cette alternance permet aux apprenant·es de prendre du recul sur la situation vécue ainsi que sur les actions entreprises.

Cette attention donnée à l'alternance indispensable entre moments d'immersion et d'émersion (totale ou partielle, volontaire ou involontaire, spontanée ou encadrée), expérience incarnée et élaboration de savoirs, nous pousse finalement à rappeler que l'immersion complète n'est pas la seule position apprenante possible, ni souhaitable. Nous défendons ici une immersion didactique « en ayant pied » : elle invite à dépasser l'opposition entre dispositifs low-tech et high-tech pour mieux interroger la structuration pédagogique et les conditions qui favorisent une immersion profitable à l'apprentissage. Avoir pied, c'est pouvoir se mouvoir dans la situation, garder la tête hors de l'eau, reprendre son souffle, prendre de l'élan pour se propulser, c'est être pleinement engagé sans être submergé. Avoir pied, c'est aussi reconnaître que l'immersion doit être préparée, anticipée, maîtrisée, encadrée. Au contraire, être immergé sans avoir pied, c'est risquer une expérience subie. Prendre le parti d'une immersion en ayant pied, c'est finalement rappeler les deux versants constitutifs de l'expérience : *experiencing* et *experimenting* (Dewey, 2018). Deux dynamiques qui se succèdent parfois, mais souvent cohabitent, se superposent et parfois même s'entrechoquent.

Face à la prédominance de la question du réalisme dans les débats autour de l'immersion et aux investissements massifs qu'une telle posture entraîne, il apparaît essentiel de renouveler les termes théoriques et conceptuels de l'analyse. L'approche que nous avons esquissée ici ouvre ainsi la voie à une compréhension plus fine de l'immersion en simulation, non plus comme une expérience uniforme et totale, mais comme un processus dynamique, fait d'engagement et de distanciation, d'expérimentation et de réflexion. En défendant l'idée d'une immersion « en ayant pied », nous proposons une vision plus nuancée de l'apprentissage en simulation. Cette posture permet d'articuler engagement et recul critique, action et élaboration du savoir, sans céder à l'illusion d'une immersion absolue ni au rejet des technologies immersives.

Ce changement de perspective appelle enfin à des recherches plus approfondies sur les formes d'engagement en simulation et sur les effets réels des environnements immersifs. Comment structurer l'alternance entre immersion et émersion pour maximiser l'apprentissage ? Quels dispositifs favorisent une immersion maîtrisée et bénéfique ? Ces questions, parmi d'autres, nécessitent des investigations empiriques qui permettront d'affiner les modèles et d'ajuster les pratiques pédagogiques.

7. Références

Ail G., Freer F., Chan C., Jones M., Broad J., Canale G. P., Elston P., Leeney J. et Vickerton P. (2024). A comparison of virtual reality anatomy models to prosections in station-based anatomy teaching. *Anatomical Sciences Education*, *17*(4), 763-769. https://doi.org/10.1002/ase.2419

Andersson Hagiwaral, M., Backlund, P., Söderholm, H. M, Lundberg, L., Lebram, M. et Engström, H. (2016). Measuring participants' immersion in healthcare simulation: the development of an instrument. *Advances in Simulation*. https://doi.org/10.1186/s41077-016-0018-x

Bationo-Tillon, A., Decortis, F., Folcher, V., & Bourmaud, G. (2026). *Approche instrumentale. Expansion et devenirs.* Toulouse : Octarès.

Becerril-Ortega, R (2021). Vers une perspective anthropologique en formation des adultes. Autour de la transposition didactique. *Education permanente*, 228, 55-66. https://doi.org/10.3917/edpe.228.0055

Becerril-Ortega R., (2022, September 1-2). *Frugal Innovation in a Healthcare Innovation Context. Case Study of an Eco-Sustainable Approach in Simulation* [Communication orale]. SPSIM, Lausanne.

Becerril-Ortega, R. (2023). Une caractérisation des processus d'expérimentation – Apprendre à affronter l'incertitude. *Travail et Apprentissages*, 25, 40-64. https://doi.org/10.3917/ta.025.0040

Becerril Ortega, R., & Schnegg, C. (2026). Former à soigner autrement ? Analyse didactique d'une démarche low-tech de simulation en santé. *Activités, 23*(1). https://doi.org/10.4000/162lb

Bielser, F., Cabin, L., Schnegg, C. et Rey, S. (2022, 1-2 septembre). *Eprouver le réalisme : ethnographie de la simulation clinique immersive* [Communication orale]. Swiss Congress for Health Professions (SCHP), Neuchâtel.

Boet, S., Granry, J-C. et Salvoldelli, G (2013). *La simulation en santé. De la théorie à la pratique*. Springer-Verlag.

Bogomolova, K., Van der Ham, I., Dankbaar, M. E. W., van der Broek, W. W., Hovius, S. E. R., van der Hage, J. A. et Hierck, B. P (2020). The Effect of Stereoscopic Augmented Reality Visualization on Learning Anatomy and the Modifying Effect of Visual-Spatial Abilities: A Double-Center Randomized Controlled Trial. *Anatomical Sciences Education, 13*(5), 558-567. https://doi.org/10.1002/ase.1941

Chaker, R. (2024). *La congruence : une approche incarnée et distribuée du développement humain. Le cas des environnements numériques d'apprentissage* [Thèse de HDR]. Education. Université Lumière Lyon 2 – Université de Lyon. https://hal.science/tel-04646017

Correia de Oliveira, D., Aziz Rekik, Y. et Malandin, S. (2024). GlasgowSim - Glasgow Coma Scale Simulation. *Human Interaction and Emerging Technologies*, 157, 334–344. https://doi.org/10.54941/ahfe1005493

Degueurce, C. (2015). Les collections de modèles anatomiques équins de Louis Auzoux, une collection à constituer. *In Situ*, 27 | 2015, mis en ligne le 02 novembre 2015, consulté le 20 juin 2024. https://doi.org/10.4000/insitu.11950

De Simone, S. (2023). *Des médiations au cœur de la transmission du métier enseignant*. Peter Lang. https://doi.org/10.3726/b21337

Dewey, J. (2018). *Démocratie et Éducation* suivi de *Expérience et Éducation*. Armand Colin

Dieckmann, P., Gaba, D. et Rall, M. (2007). Deepening the theoretical foundations of patient simulation as social practice. *Simulation in Healthcare*, *2*(3),183-193. https://doi.org/10.1097/sih.0b013e3180f637f5

Engström, H., Andersson Hagiwara, M., Backlund, P., Lebram, M., Lundberg. L., Johannesson M., Sterner A. et Söderholm, H. A. (2016). The impact of contextualization on immersion in healthcare simulation. *Advances in Simulation*. https://doi.org/10.1186/s41077-016-0009-y

Fuchs, P. (2019). *Théorie de la réalité virtuelle.* Presses Universitaires des Mines.

Gallot, M., di Rienzo, F., Binay, M., Collet, C. et Hoyek, N. (2024). Learning functional human anatomy with a new interactive three-dimensional digital tool. *Anatomical Sciences Education, 17*(3), 660-673. https://doi.org/10.1002/ase.2377

Gobin Mignot, E. et Wolff, B. (2019). *Former avec la réalité virtuelle*. Dunod

Gormley, G.-J. et Murphy, P. (2023). When I say… simulation. *Medical Education*, *57*, 1182-1183. https://doi.org/10.1111/medu.15165

Gouriveau, M. (2015). La fabrication des modèles anatomiques en papier-mâché du docteur Auzoux. Dans C. Laroque et V. Lee (dir.), *Papiers en volume, traditions asiatiques et occidentales*, actes de la journée d'étude du 4 novembre 2016, site de l'HiCSA, mis en ligne en février 2018, (p. 76-100).

Haute Autorité de Santé (2024). *Guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé*. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2024-04/spa_181_guide_bonnes_pratiques_simulation_sante_cd_2024_03_28.pdf

Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*. MIT Press.

INACSL Standards Committee, Hallmark, B., Brown, M., Peterson, D., Fey, M., Decker, S., Wells-Beede, E., Britt, T., Hardie, L., Shum, C., Arantes, H., Charnetski, M. et Morse, C. (2021). Healthcare Simulation Standards of Best PracticeTM Professional Development. *Clinical Simulation in Nursing, 58,* 5-8 https://doi.org/10.1016/j.ecns.2021.08.007

Jacobs, C. et Ribgy, J. M. (2022). Developing measures of immersion and motivation for learning technologies in healthcare simulation: a pilot study. *Journal of Advances in Medical Education & Professionalism, 10*(3), 163-171. https://10.30476/JAMP.2022.95226.1632

Jongbloed, J., Chaker, R. et Lavoué, E. (2024). Immersive procedural training in virtual reality: A systematic literature review. *Computers & Education*, 221. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105124

Kelly, M., Ellaway, R., Scherpbier, A., King, N. et Dornan, T. (2019). Body pedagogics: embodied learning for the health professions. *Medical Education*, *53*, 967-977. https://doi.org/10.1111/medu.13916

Klingenberg, S., Bosse, R., Mayer, R. E. et Makransky, G. (2024). Does mbodiment in Virtual Reality Boost Learning Transfer? Testing an ImmersionInteractivity Framework. *Educational Psychology Review, 36*(116). https://doi.org/10.1007/s10648-024-09956-0

Leplat, J. (2013). Les gestes dans l'activité en situation de travail. *Pistes*, 15-1, 1-23. https://doi.org/10.4000/pistes.2951

Meirieu, P. (2020). *Ce que l'école peut encore pour la démocratie.* Autrement.

Pastré, P. (2019/2023). L'ingénierie didactique professionnelle. Dans *Des fondements pratiques et philosophiques de la didactique professionnelle, recueil de textes* (p. 120-136). Raison et Passions.

Pastré, P. (2011). *La didactique professionnelle. Approche anthropologique du développement chez les adultes*. PUF.

Pastré, P. (2023). *Des fondements pratiques et philosophiques de la didactique professionnelle. Recueil de textes*. Raison et passions.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, Approche cognitive des instruments contemporains.* Armand Colin.

Rabardel, P. (2005). Instrument subjectif et développement du pouvoir d'agir. Dans P. Rabardel et P. Pastré (dir.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement* (p. 12-20). Octarès.

Rattner Gelbart N. (1998). *The king's midwife: a history and mystery of Madame du Coudray.* University of California Press.

Rogalski, J. (2013). Les représentations en psychologie du travail, de la formation, et en didactique des disciplines scientifiques, *Recherches en éducation, 17*, 73-89. https://doi.org/10.4000/ree.7943

Vadcard, L. (2022). *Gestes techniques et formation. Un point de vue didactique*. PUG.