

Concevoir une formation en réalité virtuelle

Présentation du processus d'élaboration
d'un entraînement pour les techniciens
de la Marine royale canadienne

**Designing Virtual Reality Training: Presentation of the Training
Development Process for Royal Canadian Navy technicians**

**Diseño de la formación en realidad virtual: Presentación del
proceso de desarrollo de la formación de los técnicos de la
Royal Canadian Navy**

<https://doi.org/10.52358/mm.vi15.340>

Julien Marceaux, concepteur pédagogique, responsable Formation
OVA, Canada
jmarceaux@ova.ai

Myriam Brunet-Gauthier, cheffe d'équipe Conception et Expérience utilisateur
OVA, Canada
mbgauthier@ova.ai

RÉSUMÉ

Les technologies immersives intègrent de plus en plus le milieu de la formation professionnelle. Parmi celles-ci, la réalité virtuelle est celle qui présente un des potentiels des plus intéressants par sa capacité à immerger des apprenants dans des situations et des environnements d'apprentissage virtuels où la charge cognitive, les gestes et la prise de décisions ressemblent à ceux qui devraient être posés dans la pratique. Cette modalité devient d'autant plus pertinente lorsque les écoles ou les centres ne disposent pas de tous les équipements sur leur lieu de formation. C'est le cas de la Marine royale canadienne (MRC), qui doit former ses techniciens à l'entretien et à la réparation d'équipements sur des navires qui, eux, peuvent être en mer, ou tout simplement postés de l'autre côté du pays. Cet article



résume les étapes de conception pédagogique et technique de simulations virtuelles destinées à la formation des techniciens de la MRC. Les auteurs y discutent des facteurs favorisant l'intégration de cette technologie ainsi que des forces et des limites de la réalité virtuelle dans ce type d'usage à partir d'un cas d'usage réel.

Mots-clés : réalité virtuelle, apprentissage immersif, ingénierie pédagogique, simulation virtuelle, conception pédagogique, technologies immersives, compétences procédurales

ABSTRACT

Immersive technologies are becoming increasingly important in the field of professional training. Among them, virtual reality is the one that presents one of the most interesting potentials because of its capacity to immerse learners in virtual situations and learning environments where the cognitive load, gestures and decision-making resemble those that should be made in practice. This modality becomes even more relevant when schools or centers do not have all the equipment at their training site. This is the case for the Royal Canadian Navy (RCN), which must train its technicians to maintain and repair equipment on ships at sea or stationed on the other side of the country. This article summarizes the pedagogical and technical design of virtual simulations for training RCN technicians. The authors discuss the factors favouring the integration of this technology and the strengths and limitations of virtual reality in this type of use based on a real-life use case.

Keywords: virtual reality, immersive learning, instructional design, virtual simulation, immersive technologies, procedural skills

RESUMEN

Las tecnologías inmersivas están adquiriendo cada vez más importancia en el ámbito de la formación profesional. Entre ellas, la realidad virtual es la que presenta uno de los potenciales más interesantes, por su capacidad de sumergir a los alumnos en situaciones virtuales y entornos de aprendizaje donde la carga cognitiva, los gestos y la toma de decisiones se asemejan a los que se deben realizar en la práctica. Esta modalidad adquiere mayor relevancia cuando las escuelas o centros no disponen de todo el equipamiento en su lugar de formación. Este es el caso de la Royal Canadian Navy (RCN), que debe formar a sus técnicos para mantener y reparar equipos en buques que pueden estar en alta mar o simplemente estacionados en la otra punta del país. Este artículo resume el diseño pedagógico y técnico de simulaciones virtuales para la formación de técnicos de la RCN. Los autores discuten los factores que favorecen la integración de esta tecnología, así como los puntos fuertes y las limitaciones de la realidad virtual en este tipo de situaciones, basándose en un caso de uso real.

Palabras clave: realidad virtual, aprendizaje inmersivo, ingeniería instructiva, simulación virtual, diseño instructivo, tecnologías inmersivas, habilidades procedimentales



Introduction

Les technologies immersives intègrent de plus en plus le milieu de l'éducation et de la formation (Gobin-Mignot et Wolff, 2019; Pelletier *et al.*, 2022). Parmi celles-ci, la réalité virtuelle (RV) est celle qui présente un des potentiels des plus intéressants par sa capacité à immerger des apprenants dans des simulations interactives, créant ainsi de véritables expériences d'apprentissage personnalisées, sécuritaires, ludiques et surtout rejouables (Sherman et Craig, 2018). Cette technologie offre de nouvelles solutions face aux défis qui frappent actuellement le monde du travail : actualisation fréquente des compétences techniques due à la digitalisation des instruments ou des procédés, développement des habiletés non techniques, perte d'expertise liée au mouvement de personnel, éparpillement de la main-d'œuvre, etc.

Alors que les modèles de formations traditionnelles s'adaptent difficilement à ces défis et aux besoins qui en découlent (Romero, Usart et Ott, 2015), les nouvelles technologies proposent des solutions novatrices. La situation de la Marine royale canadienne (MRC) fournit un bel exemple de la réponse technologique face à des besoins de formation précis et aux enjeux nommés précédemment. Dans le cadre d'un projet pilote, en partenariat avec l'entreprise spécialisée en technologies immersives OVA, la MRC a testé la réalité virtuelle comme solution de formation à la réparation et à l'entretien d'équipements et de systèmes maritimes spécifiques. L'ingénierie pédagogique pour ce type de simulations n'ayant pas encore de ligne directrice définie, notre équipe a dû élaborer un processus de conception combinant divers modèles et outils issus des différents domaines d'expertise nécessaires à la réalisation du projet. Le tout en s'assurant de développer des expériences crédibles, engageantes, répondant aux critères de performance de la MRC ainsi qu'à ses conditions de formation.

Enjeux liés au contexte de formation traditionnelle

Depuis une dizaine d'années, le contexte de la formation professionnelle change. Les compétences requises évoluent et s'actualisent plus fréquemment, les entreprises doivent s'adapter constamment à des environnements de plus en plus complexes et la main-d'œuvre doit être rapidement opérationnelle (OCDE, 2018). Cette réalité se généralise au sein de toutes les organisations, privées ou gouvernementales. Pour la Marine royale canadienne, cette situation s'ajoute à des besoins internes tels l'engagement, la flexibilité, les standards et le niveau de risque, la forçant à trouver de nouvelles solutions pour actualiser ses formations.

Favoriser l'engagement

Un des premiers enjeux soulevés par l'équipe de formateurs de la MRC était le côté passif des formations à l'entretien de certains systèmes. Un audit interne effectué par les services de formation de la Marine indiquait que l'utilisation de cours magistraux et de modules d'enseignement en ligne amenait une part des apprenants à effectuer des formations par obligation, favorisant peu de rétention des apprentissages. Ainsi, la MRC souhaitait développer des modules dans lesquels la théorie serait incluse dans un contexte de simulation, forçant ainsi ses apprenants à s'engager physiquement et mentalement dans leur formation.



Permettre la flexibilité

Un autre enjeu identifié par la MRC a été le besoin de flexibilité, leur contexte réclamant que les simulations puissent être déployées autant en classe, à distance des équipements, qu'en mer, à distance des formateurs. Ceci impliquait donc un changement de paradigme afin de trouver une modalité qui annulerait la distance entre l'apprenant, les équipements et les formateurs, pour favoriser la pratique, indépendamment de la position géographique de chacun de ces éléments. De plus, leur besoin de flexibilité visait à permettre aux techniciens de refaire plusieurs fois les simulations pour augmenter le temps d'exercice et d'exposition.

Enseigner les bonnes pratiques et standardiser les formations

Un autre objectif de la Marine était de diminuer le risque d'erreurs ainsi que l'apprentissage négatif causés par des formations non standardisées ou n'ayant pas été mises à jour. Partant du principe qu'une formation est en partie tributaire de la personne qui l'offre, que cela soit dans l'information donnée ou dans les évaluations effectuées (Gile, 2001), un moyen d'arriver à atteindre une uniformité est d'établir des objectifs d'apprentissage et de standardiser les contenus et les prestations des cours. Dans des formations impliquant un niveau de risque élevé, le besoin de standardisation est d'autant plus important en raison des conséquences que des erreurs peuvent engendrer. La Marine souhaitait donc actualiser les formations en y incluant un enseignement standardisé des procédures afin de favoriser les bonnes pratiques.

Diminuer les risques

Certains corps de métiers impliquent des niveaux de risque importants et imposent l'application de normes de santé et sécurité. Lors de la formation initiale à ces métiers, cet enjeu amène souvent les centres de formation à limiter l'exposition de leurs apprenants aux situations dangereuses en raison des risques qu'elles présentent (Kircali, Drakos et Nelson, 2022). Par conséquent, il devient difficile d'entraîner suffisamment les apprenants à intervenir dans des contextes à risque, ce qui limite leur capacité à maîtriser leur stress et les émotions inhérentes aux situations dangereuses (Pilote, Simoneau et Lemieux, 2019). Plusieurs tâches des techniciens de la MRC comportent des risques pouvant causer des conséquences irréversibles, voire mortelles.

À la lumière de ces enjeux, la MRC, par le biais du Naval Training Development Center (NTDC) de Victoria, a souhaité expérimenter plusieurs solutions possibles, notamment l'utilisation de simulations en réalité virtuelle, donnant naissance à un projet pilote en partenariat avec notre équipe, spécialisée en design d'expériences immersives chez OVA.



Démarche de conception

Synchroniser les parties prenantes

La première étape, avant de commencer l'analyse des besoins, a été de définir les rôles et responsabilités de chacun (figure 1). Les deux organisations comptant dans leurs membres des concepteurs pédagogiques, il a fallu s'assurer de créer de la complémentarité entre les équipes et non de la concurrence. Ainsi, les pédagogues du NTDC, experts de leur domaine, ont eu la responsabilité d'identifier les formations à actualiser en priorité et d'assurer le recrutement des experts de contenus pouvant valider les contenus de formation. Quant à l'équipe d'OVA, elle a pris en charge la conception pédagogique des simulations en RV ainsi que la production des simulations virtuelles. Ce projet étant multidisciplinaire, l'élaboration d'une charte de projet et d'un calendrier a permis de produire des outils clés pour établir les attentes entre les collaborateurs, synchroniser les moments de partage et suivre la progression du projet.

Figure 1

Parties prenantes au projet et répartition des expertises



Note. © Marceaux et Brunet-Gauthier, 2023.

Identifier les contenus pertinents à la réalité virtuelle

Une fois les rôles et responsabilités déterminés, il a fallu se pencher sur l'adéquation entre les contenus de formation, les objectifs d'apprentissage et l'utilisation de la RV. Parmi les contenus identifiés comme prioritaires, plusieurs avaient des objectifs d'apprentissage de type procédural. L'approche par simulation s'avère parmi les plus efficaces pour atteindre ce genre d'objectifs (Chiniara *et al.*, 2013), ce qui est favorable à l'utilisation de la réalité virtuelle qui, par définition, permet d'immerger ses utilisateurs dans n'importe quel environnement simulé, virtuel et interactif. Toutefois, l'intégration de la RV trouve réellement sa pertinence lorsque plusieurs facteurs essentiels sont réunis (Dalton, 2021). À ce titre, nous avons donc identifié des critères d'inclusion qui nous ont permis de cibler des formations pour lesquelles la RV offrirait une plus-value (tableau 1).



Tableau 1

Parties prenantes au projet et répartition des expertises

Critères	Simulation <i>in situ</i>	Simulation en RV
Accès aux équipements ou à l'environnement	Oui, si disponibles sur site.	Oui, si non disponibles sur site de formation.
Coûts liés au déploiement de la simulation	Oui, si les coûts de réalisation sur période de 5 ans sont inférieurs aux coûts de production d'une simulation en RV.	Oui, si les coûts de réalisation sur période de 5 ans sont supérieurs aux coûts de production d'une simulation en RV.
Risques	Oui, si les risques sont nuls pour l'apprenant ou si les erreurs n'occasionnent pas de risques pour la santé et la sécurité.	Oui, s'il y a des risques pour l'apprenant OU si l'apprenant doit être exposé à des conséquences dangereuses en cas d'erreur.
Besoin de répétition de l'entraînement	Oui, si l'équipement est disponible en tout temps pour l'apprenant ou si le besoin de répétition n'est pas un enjeu pour développer la compétence.	Oui, si l'équipement n'est pas disponible en tout temps ou si le besoin de répétition est un enjeu pour développer la compétence.
Besoins pédagogiques spécifiques	Les besoins pédagogiques sont atteignables par cette modalité.	Les besoins pédagogiques ne sont pas atteignables par la simulation <i>in situ</i> (ex. : expliciter le fonctionnement interne d'une machine).

Pour nous, il était important de garder en tête que cette technologie devait être utilisée à bon escient pour répondre à un besoin, et de ne pas créer inutilement un besoin pour utiliser une technologie. Nous devons poursuivre des objectifs pédagogiques et non ludiques. Sur ce point, notre approche se veut en accord avec la définition du jeu sérieux de Clark C. Abt (1987, p. 9) selon laquelle les jeux qui nous préoccupent ici sont des jeux sérieux au sens où ils ont une visée éducative explicite et souhaitée et ne sont pas conçus principalement pour divertir.

Analyse

L'étape précédente a permis d'identifier des formations portant sur la maintenance et l'entretien des systèmes de traitement d'eau potable et d'eaux usées. Volumineux et onéreux, ces équipements ne se retrouvent que sur les navires, limitant leur accès aux recrues. De plus, la MRC recense fréquemment des bris de ces équipements, essentiels à l'équipage, en raison d'erreurs d'entretien liées à un manque de formation pratique. Les simulations auraient donc pour but d'entraîner les apprenants aux procédures de maintenance et de réparation de ces systèmes. Aussi, le séchoir d'air à haute pression a été retenu, mais pour une simulation d'un autre type. Les erreurs d'entretien et de maintenance pour cet équipement, selon



le NTDC, sont liées à une incompréhension du fonctionnement de l'appareil et des réactions chimiques qui se produisent à l'intérieur. Ainsi, pour ce projet, la RV serait utilisée pour illustrer le fonctionnement interne du séchoir.

Une fois ces objectifs établis et les systèmes définis, l'équipe de OVA, avec le concours des experts du NTDC, a analysé les contenus de formation existants ainsi que les recommandations et bonnes pratiques préconisées dans les différentes procédures. Pour la conception d'expériences en RV, un des éléments clés est d'avoir accès à des références audiovisuelles. Elles concrétisent les espaces et les manipulations à reproduire. Autant d'information nécessaire aux équipes de conception et de programmation devant reproduire à l'identique l'environnement, les machines et leurs comportements.

Proposition d'un modèle de scénario pédagogique

Après une analyse approfondie du fonctionnement des systèmes et des contenus de formation, l'équipe d'OVA a pu concevoir un scénario de formation. Traditionnellement, cette démarche requiert plusieurs itérations afin de définir un modèle de scénario pédagogique (figure 2) qui tient compte des objectifs d'apprentissage et permet d'établir les séquences que devront suivre les apprenants. À ce stade, pour mener à bien la conception d'une formation immersive, nous avons défini les événements critiques de la maintenance des systèmes, les actions à entreprendre, les étapes, leur mécanique d'exécution et les procédures sécuritaires. Le tout doit reproduire l'environnement et les systèmes avec le plus d'exactitude possible pour favoriser la crédibilité de la simulation.

Figure 2

Modèle de scénario pédagogique

NOM DU SYSTÈME Partie du processus	ÉTAPE DE DÉPART	PREMIÈRE ÉTAPE	DEUXIÈME ÉTAPE	-	ÉTAPE FINALE
	ÉVÉNEMENTS				
ACTIONS À ENTREPRENDRE					
RÉFÉRENCES TECHNIQUES					
RÉFÉRENCES VISUELLES					

Note. © Marceaux et Brunet-Gauthier, 2023.



Une fois le modèle de scénario pédagogique complété, une collaboration étroite avec les experts de contenu, détachés par la MRC, a été nécessaire. Un des effets que nous voulions éviter à tout prix est l'apprentissage négatif. Cet effet, identifié d'abord dans le domaine de l'aviation, se produit lorsque la configuration du simulateur ne correspond pas aux conditions de la situation réelle (Aaltonen, 2022). La formation aboutit alors à l'acquisition de connaissances ou de comportements fautifs chez l'apprenant, nécessitant des mesures correctives car, dans le pire des cas, ces comportements incorrects peuvent entraîner des accidents graves et des pertes de vies humaines. Ainsi, que ce soit pour l'équipement de sécurité nécessaire, le degré auquel une manivelle doit être tournée, les bons produits à utiliser, etc., tout a été pensé, étudié et validé de façon rigoureuse afin d'élaborer des scénarios pédagogiques justes et valides au regard des conditions d'application réelles des compétences que les apprenants sont censés développer.

Développement

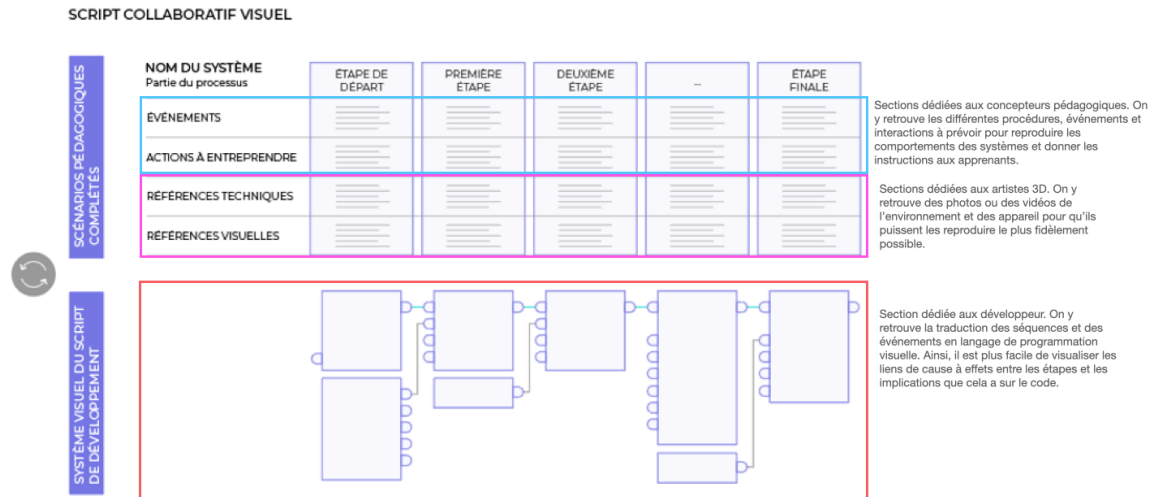
Dans le développement de simulations en RV, il est possible de commencer la création des environnements et des objets 3D parallèlement à l'élaboration des scénarios pédagogiques. Par exemple, une liste des items à créer peut être envoyée aux artistes 3D dès qu'elle a été validée par les experts de contenu. Ainsi, l'environnement est disponible pour l'équipe de développement dès que les scénarios pédagogiques sont terminés. Cela permet de tester la navigation dans l'environnement virtuel et de s'assurer que l'utilisateur peut se mouvoir sans difficulté. Cette partie du projet était de la responsabilité des équipes d'OVA. Pour faciliter la collaboration entre les équipes, les auteurs de cet article (Marceaux et Brunet-Gauthier, 2023) ont créé un outil collaboratif en utilisant la ressource MIRO¹. Cet outil, présenté à la figure 3, a favorisé les échanges entre les divers spécialistes pour tester et ajuster les simulations.

¹ <https://miro.com>



Figure 3

Exemple du système de script collaboratif



Note. © Marceaux et Brunet-Gauthier, 2023.

La conception des simulations s'est faite entièrement en utilisant l'outil StellarX², une application de création d'expériences de RV dite *no-code/low-code*. Utilisant un système d'intégration d'objets 3D de type « glisser-déposer » et un système de programmation visuelle, l'outil ne nécessite pas de formation en programmation de la part de ses utilisateurs. Cependant, il est à noter que la complexité de certaines animations ou interactions inhérentes aux simulations élaborées pour la MRC ont demandé du codage spécifique, réalisé dans Unity.

Implantation

Comme pour tout nouveau système d'apprentissage, l'implantation des simulations virtuelles, nécessite une période pour tester toutes les mécaniques de l'expérience. Fréquemment, il arrive que des bonifications ou rectifications doivent être apportées, que ce soit pour s'ajuster aux objectifs d'apprentissage ou peaufiner l'ergonomie. À ce jour, peu de guides portant sur les principes de conception d'univers immersifs existent, ce qui nécessite une approche de type essais et erreurs. Cette période de test poursuit aussi un double objectif de validation : 1) une validation des scénarios pédagogiques en tant que format simulations et 2) une validation du respect des objectifs d'apprentissage et de l'utilisabilité. Quand tout est validé et fonctionnel, il est temps de l'implanter. Toutefois, étant donné qu'il s'agit d'une nouvelle technologie, il nous a paru nécessaire de fournir un certain niveau de soutien lors de la livraison et de la mise en service de la solution d'apprentissage. Nous avons donc conçu, en plus des simulations, une documentation complète pour enseigner les bons comportements d'usage des dispositifs de RV (ex. : casques, manettes, etc.), des simulations (ex. : navigation, interaction, etc.), et ce, afin de favoriser un rapport positif des apprenants avec la technologie et de faciliter la période de familiarisation avec la RV. Cette étape est primordiale au succès de projets tels que celui-ci.

² <https://www.stellarx.ai>



Discussion

Dans le domaine de la formation, la réalité virtuelle connaît un certain succès depuis les cinq dernières années, apportant de nouvelles solutions pour les organisations souhaitant des formations axées sur l'apprentissage pratique et la résolution de problèmes dans des contextes simulant des conditions réelles (Dalton, 2021). Toutefois, il ne s'agit pas d'une panacée, mais plutôt d'un nouvel outil qui présente des forces et des limites.

Les limites

Pour ce qui est des limites, on peut déjà distinguer des limites technologiques. Les casques, même récents, deviennent inconfortables à long terme. Les recommandations suggèrent des séances courtes pour habituer les utilisateurs et limiter les risques de cybermalaises (Stanney, Kennedy, et Kingdon, 2002; Leroy, 2020). Pour nous, cela s'est traduit par une limitation de la durée des simulations, soit 20 minutes maximum. Les contrôleurs, ou manettes, dans leur forme actuelle, sont contraignants pour les tâches de motricité fine. Dans notre cas, cela a limité l'entraînement à des tâches pour lesquelles une motricité très fine ou nécessitant la manipulation d'outils spécifiques n'était pas requise. Finalement, l'appropriation de la technologie par les apprenants étant nécessaire avant même de l'utiliser comme outil d'apprentissage, nous avons fortement suggéré à nos partenaires de prévoir des activités d'exploration et de familiarisation. Toutefois, ce type d'activités peut ralentir le rythme d'apprentissage.

L'accès à différents types de ressources impose aussi certains obstacles. Premièrement, les coûts de développement de simulations en RV s'avèrent élevés et demandent souvent le recours à une expertise spécifique. Si la Marine avait des fonds pour un projet pilote, ce n'est pas le cas de toutes les organisations. Deuxièmement, il faut savoir que le développement des simulations peut prendre de deux à six mois, notamment parce que la modélisation des environnements, la programmation des animations et les tests de fonctionnalité prennent du temps. Finalement, les ressources humaines spécialisées dans l'apprentissage immersif sont rares, car il n'existe pas encore de parcours de formation formel pour cette spécialité qui requiert une excellente maîtrise des méthodes d'ingénierie pédagogique ainsi qu'une compréhension pointue du potentiel pédagogique et technique de la RV.

Avantages

Malgré ces limites, les avantages de la RV démontrent à quel point cette technologie est un outil de formation pertinent. Les commentaires reçus de la part des instructeurs du NTDC nous indiquent que cette modalité a répondu à leurs principaux besoins. Les simulations ont été intégrées aux cours, permettant aux apprenants de s'exercer directement après avoir été exposés aux contenus théoriques. Ils sont aussi en mesure d'exposer leurs apprenants à des expériences qui concrétisent le fonctionnement de systèmes complexes. Les manipulations enseignées dans les simulations entraînent de façon crédible et réaliste les techniciens aux manœuvres à produire sur les systèmes réels. La flexibilité attendue semble aussi atteinte. L'organisation est en mesure de former, par la même modalité, les techniciens de ses deux écoles (Victoria et Halifax) ainsi que ceux qui sont en mer. La RV a permis de créer des jumeaux numériques des équipements, les rendant virtuellement disponibles, peu importe la position de l'apprenant. Chacun peut



alors accéder aux simulations à partir de casques de RV autonomes mis à disposition et refaire les exercices autant que voulu.

Finalement, notre partenaire note que la conception des simulations a donné l'occasion de reconstruire les formations à partir des recommandations et d'inclure les procédures liées à la santé et la sécurité exigées par les normes du travail. Elles sont devenues une sorte de modèle et standardisent aujourd'hui la formation des nouveaux techniciens. Cette standardisation est l'un des atouts majeurs de cette solution, car elle permet de contourner l'écueil des différences entre les formateurs et des interprétations personnelles. En réalisant un déploiement sur tous les sites de formation de la MRC, cela assure un niveau de compétences similaire et des pratiques harmonisées pour tout le personnel ciblé, avantage non négligeable sachant que les marins peuvent venir de partout.

Conclusion

Au regard des résultats obtenus par ce projet, la réalité virtuelle risque de devenir une modalité crédible pour la formation technique au sein de la MRC. D'ailleurs, selon un rapport de la firme Accenture (Schmidt, Tridico et Wheless, 2022), 83 % des gestionnaires des domaines de l'aéronautique et de la défense pensent que les technologies immersives auront un impact positif sur leurs organisations. Le potentiel de la formation en RV dans le développement des compétences non techniques (Eckert et Mower, 2020 Bracq, Michinov, et Jannin, 2019), l'avènement d'outils auteurs, comme StellarX et Horizon, permettant de créer des simulations en RV sans recours à la programmation et l'accessibilité grandissante des casques, conjuguée à l'amélioration de leurs performances, sont autant de facteurs qui favoriseront l'intégration de cette technologie dans les années à venir. Il faut toutefois garder en tête que la réalité virtuelle n'est qu'un outil de plus à la disposition des pédagogues qui devront s'assurer que son utilisation répond à un besoin et non à une mode. Pour cela, il est nécessaire que des recherches approfondies sur l'impact de cette modalité et les bonnes pratiques de design pédagogique utilisant cette méthode soient menées.

Liste de références

- Aaltonen, S. (2022, 11 octobre). *What is negative learning (and how avoid it in VR)?* <https://varjo.com/vr-lab/what-is-negative-training-and-how-to-avoid-it-in-vr/>
- Abt, C. C. (1987). *Serious games*. University press of America.
- Bracq, M. S., Michinov, E., et Jannin, P. (2019). Virtual reality simulation in nontechnical skills training for healthcare professionals: a systematic review. *Simulation in Healthcare*, 14(3), 188-194. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000347>
- Chiniara, G., Cole, G., Brisbin, K., Huffman, D., Cragg, B., Lamacchia, M., Norman, D. et Canadian Network For Simulation In Healthcare, Guidelines Working Group. (2013). Simulation in healthcare: a taxonomy and a conceptual framework for instructional design and media selection. *Medical teacher*, 35(8), e1380-e1395. <https://doi.org/10.3109/0142159x.2012.733451>
- Dalton, J. (2021). *Reality check: How immersive technologies can transform your business*. Kogan Page Publishers.
- Eckert, D., et Mower, A. (2020). *The effectiveness of virtual reality soft skills training in the enterprise: a study*. London: PwC.
- Gile, D. (2001). L'évaluation de la qualité de l'interprétation en cours de formation. *Meta: journal des traducteurs/Meta: Translators' Journal*, 46(2), 379-393. <https://doi.org/10.7202/002890ar>



- Gobin-Mignot, É. et Wolff, B. (2019). *Former par la réalité virtuelle*. Paris : Dunod
- Kircali, E., Drakos, A., et Nelson, J. (2022, juillet). Formation et réalité virtuelle: analyse de l'activité lors d'une formation incendie classique et une formation en réalité virtuelle. Dans *Congrès de la SELF, Vulnérabilités et risques émergents: penser et agir ensemble pour transformer durablement*, Genève, Suisse (pp. 432-438). <https://hal.science/hal-03755030>
- Leroy, L. (2020). Système de réduction de contraintes physiologiques pour une cohérence sensori-motrice en réalité virtuelle [thèse de doctorat, Université Paris 8 Vincennes-Saint-Denis]. <https://hal.science/tel-03553048>
- OCDE. (2018). *Le Futur de l'éducation et des compétences : Projet Éducation 2030 de l'OCDE*. OCDE. <https://tinyurl.com/wph2dunp>
- Pilote, B., Simoneau, I. L., et Lemieux, S. (2019). *Pertinence pédagogique de la simulation clinique par réalité virtuelle dans la formation collégiale : soins préhospitaliers d'urgence 181.A0* [rapport de recherche]. Cégep de Sherbrooke. <https://tinyurl.com/ymuysx2h>
- Pelletier, K., McCormack, M., Reeves, J., Robert, J., Arbino, N., Dickson-Deane, C., Al-Freih, M., Dickson-Deane, C., Guevara, C., Koster, L. Sánchez-Mendiola, M., Skallerup Bessette, L., Stine, J. (2022). 2022 EDUCAUSE Horizon Report Teaching and Learning Edition (pp. 1-58). EDUC22. <https://library.educause.edu/resources/2022/4/2022-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition>
- Romero, M., Usart, M., et Ott, M. (2015). Can serious games contribute to developing and sustaining 21st century skills? *Games and culture*, 10(2), 148-177. <https://doi.org/10.1177/1555412014548919>
- Schmidt, J., Tridico, C. et Wheless, J. (2022). Aerospace and Defense Technology Vision 2022: Metaverse: the new destination for Aerospace and Defense. *Accenture*. <https://tinyurl.com/42f3kunv>
- Sherman, W. R., et Craig, A. B. (2018). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. Morgan Kaufmann.
- Stanney, K.M., Kennedy, R.S., et Kingdon, K. (2002). Virtual environment usage protocols. Dans K.M. Stanney (dir.) *Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications* (pp.721-730). Mahwah : IEA.