

VR-Decision : Conception d'un Prototype pour l'Évaluation des Apports de la Réalité Virtuelle pour l'Activité de Planification Opérationnelle Militaire

VR-Decision : a Prototype for Experimenting the Benefits of Virtual Reality in Military Operations Planning

ALEXIS CLAY, Immersalis, France

CHLOÉ MOREL, ESTIA, France

MORGANE BURGUES, Manzalab, France

RÉMI DUHAMEL, ESTIA, France

The military process of planning operations is undergoing a transformation: if today the experts are mostly located in the same place, the reduction of the vulnerability of the physical structures must pass by their splitting, by allowing the distribution of the members of the staff in different places. From this point of view, virtual reality seems appropriate to open the way to devices offering new possibilities of visualization, interaction and synchronous remote collaboration. The VR-Decision project aims at evaluating the contribution of virtual reality to a collaborative military planning activity at the operational level. In this article, we present the prototype we are developing, as well as the process that led to its conception.

CCS Concepts: • **Human-centered computing** → **Empirical studies in interaction design**; **Virtual reality**.

Additional Key Words and Phrases: collaborative virtual reality, military, planification

Le processus militaire de planification d'opérations subit une transformation : si aujourd'hui les experts sont pour la plupart du temps localisés au même endroit, la réduction de la vulnérabilité des structures physiques doit passer par leur éclatement, en permettant la répartition des membres des états-majors dans des lieux différents. Dans cette optique, la réalité virtuelle paraît appropriée pour ouvrir la voie à des dispositifs offrant de nouvelles possibilités de visualisation, d'interaction et de collaboration synchrone à distance. Le projet VR-Decision a pour objectif d'évaluer les apports de la réalité virtuelle pour une activité collaborative de planification militaire au niveau opératif. Dans cet article, nous présentons le prototype que nous développons, ainsi que le processus ayant conduit à sa conception.

Mots-clés additionnels : réalité virtuelle collaborative, planification, militaire

ACM Reference Format:

Alexis Clay, Chloé Morel, Morgane Burgues, and Rémi Duhamel. 2021. VR-Decision : Conception d'un Prototype pour l'Évaluation des Apports de la Réalité Virtuelle pour l'Activité de Planification Opérationnelle Militaire. In *IHM '22 : 33^e conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine, April 05–08, 2022, Namur, Belgique*. ACM, New York, NY, USA, 7 pages. <https://doi.org/10.1145/XXXXXXXXXXXXXXX>

1 INTRODUCTION

Les structures de commandement opérationnel modernes permettent aux chefs militaires d'assurer le commandement et le contrôle des armées en opération, du plus haut niveau stratégique au dernier niveau tactique. Dans un contexte

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.

© 2021 Association for Computing Machinery.

Manuscript submitted to ACM

international de plus en plus complexe (évolutions technologiques rapides, internationalisation des opérations, conflits asymétriques), les structures de commandement doivent évoluer pour faire face aux nouveaux défis de notre monde.

Dans cette optique, la Réalité Virtuelle (RV) paraît appropriée pour ouvrir la voie à des dispositifs offrant de nouvelles possibilités de visualisation, d'interaction et de collaboration synchrone à distance. Pourtant, le potentiel des technologies immersives dans l'aide à la décision reste à ce jour du domaine de la spéculation. Le projet VR-DECISION représente ainsi une opportunité pour produire des données empiriques grâce à des expérimentations d'usages formalisées et de se positionner sur ce domaine émergent.

Pour cela, une équipe pluridisciplinaire composée de l'ESTIA (Ecole Supérieure des Technologies Industrielles Avancées), Immersalis Consulting et Manzalab, en partenariat avec l'Agence Innovation Défense (AID), ont conçu un dispositif permettant à des experts distants de se réunir virtuellement pour planifier une opération.

2 ÉTAT DE L'ART

Un état de l'art pluridisciplinaire réalisé dans le cadre de ce projet a été publié [3], s'intéressant notamment au processus de prise de décision, au travail collaboratif, et à l'intérêt de la RV pour ces deux activités. Cet article décrit la phase de conception du prototype en lien avec l'analyse des besoins.

La prise de décision est un processus continu qui ne peut se résumer au seul moment du choix entre plusieurs alternatives. Son succès est lié à une bonne compréhension de la situation. Toutefois, l'être humain possède une capacité cognitive limitée qui l'empêche de raisonner de manière totalement rationnelle [8]. Il apparaît alors primordial d'enrichir les informations sur une situation pour en faciliter la compréhension. Concernant le travail collaboratif, il est important de favoriser la reconnaissance des expertises et des connaissances au sein de l'équipe, tout en promouvant une compréhension partagée de l'état et de l'avancement des travaux [1]. Il apparaît également essentiel de faciliter la communication en proposant des modalités d'interactions naturelles (proches du face à face; [5]), et de les enrichir de fonctionnalités innovantes [2]. Les Environnements Virtuels (EV) apparaissent alors comme une piste de solution pour répondre aux problématiques des processus de planification militaire. Cependant, pour s'intégrer aux pratiques actuelles, il est primordial de concevoir un écosystème multi-dispositifs limitant l'hétérogénéité des systèmes mis en œuvre. L'objectif n'est pas de proposer une solution de remplacement aux outils existants, mais plutôt une plate-forme complémentaire aux pratiques actuelles, dont l'usage sera motivé par ses atouts spécifiques et la perception d'une valeur ajoutée.

3 MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION

Afin de proposer un dispositif au plus proche des besoins des experts et adapté aux enjeux de la planification opérationnelle, le prototype VR-Décision a été conçu selon une démarche de conception centrée utilisateur [4]. Ce processus définit 5 points que doivent respecter les interventions ergonomiques en conception :

- Une préoccupation en amont pour les utilisateurs, leurs tâches et le contexte de leur activité;
- La participation active de ces utilisateurs au processus de conception, ainsi que la nécessité d'une compréhension claire de leurs besoins et des exigences liées à leurs tâches;
- Une répartition appropriée des fonctions entre les utilisateurs et la technologie;
- L'itération des solutions de conception;
- L'intervention d'une équipe de conception multidisciplinaire.

La première étape du projet a donc été de comprendre l'environnement dans lequel le système à concevoir va s'intégrer et d'identifier les caractéristiques et besoins des futurs utilisateurs. Pour cela, une méthodologie d'analyse de l'activité comprenant des observations et des entretiens a été déployée lors de deux exercices de formation autour de la planification opérationnelle. Une analyse documentaire aura également été réalisée sur un panel de documents fourni par le C2Lab-IA.

Sur la base des connaissances mises à jour par l'analyse d'activité, des workshops ont été conduits pour conceptualiser le prototype. Différentes méthodes créatives ont été utilisées, en s'appuyant sur la plateforme collaborative MIRO (<https://miro.com>) pour garder une trace des échanges, ainsi que sur des personas et des scénarios d'usages pour assurer la prise en compte des besoins utilisateurs lors des brainstormings. Les séances ont abouti à un cahier des charges qui a guidé un sprint de développement pour proposer une première version du prototype. Une première série de tests utilisateurs a ensuite été réalisée, dans laquelle des militaires ont été invités à réaliser un scénario de gestion de crise. Ces tests auront permis d'identifier les problèmes d'utilisabilité, de recueillir les avis des utilisateurs, puis de réaliser une itération de conception pour corriger les problèmes principaux et améliorer les fonctionnalités.

Actuellement, le prototype en est à sa seconde itération, et sa livraison est prévue pour début avril afin qu'il serve de base pour des expérimentations qui pourront étudier son intérêt pour l'activité de planification militaire, et plus généralement pour la prise de décision collaborative.

4 PROTOTYPE TECHNIQUE POUR L'ÉVALUATION

Pour le développement, le projet VR-D a fait le choix de se baser sur un socle technique existant : Teemew, développé par le partenaire technique Manzalab. Cette technologie propose une solution de bureaux et d'événement virtuels interactifs, accessible depuis un ordinateur où peuvent se retrouver des collaborateurs. Cet environnement propose un agencement sur mesure de lieux et d'espaces permettant d'organiser différents types d'activités (réunions, webinaire, workshop, conférences...). Un certain nombre de fonctionnalités y sont incluses, comme la personnalisation d'avatar, la communication audio liée aux espaces, ou la présence de surfaces d'affichage et de présentation.

Nous nous sommes appuyés sur les technologies déjà maîtrisées par Manzalab pour la création et le déploiement des contenus en RV. Le prototype VR-Décision est donc développé avec Unity, et propose un client PC et un client RV, utilisable via un casque de RV branché à un ordinateur. Nous avons fait le choix de l'Oculus Quest 2, qui fonctionne aussi bien en autonomie que branché à un PC. Il offre également, entre autres, l'avantage d'être un des casques de RV avec le meilleur rapport qualité / prix.

L'Environnement Virtuel (EV) VR-Décision doit permettre de faciliter l'activité collaborative de planification opérationnelle, avec des acteurs co-localisés ou distants. L'application doit donc mettre en œuvre des outils venant supporter l'analyse documentaire (pour analyser et synthétiser les données liées à l'opération : cartes ; rapports ; images ; vidéos) ainsi que des outils venant supporter la collaboration. Nos utilisateurs finaux sont des professionnels, militaires ou civils, qui n'auront pas le temps de se former à notre outil, surtout si l'utilisateur occupe une position de commandement. La philosophie générale de VR-Decision a donc été de s'appuyer sur des concepts ancrés dans le réel.

4.1 Avatars

Afin de faciliter les interactions avec l'environnement, les individus utilisent VR-Décision en incarnant un avatar. Teemew offre des options classiques de personnalisation (taille, poids, coupe de cheveux...), ainsi que la possibilité de générer un visage automatiquement à partir d'une photo. Suite à nos premiers tests et entretiens, il est apparu que

les principales options demandées pour la personnalisation étaient la présence d'uniformes (ou du moins de couleurs correspondants aux armées de terre, air, ou mer), ainsi que l'identification claire du grade et de la fonction. Les avatars peuvent donc désormais aborder un trigramme affichant ces informations. Il nous a été remonté qu'une représentation réaliste des personnes à travers leurs avatars pourrait s'avérer utile lorsque les collaborateurs travaillent fréquemment ensemble.

Afin de fluidifier la communication, les avatars de VR-Décision permettent de recréer certains modes de communication non-verbale. Une technique de *lipsync* permet d'animer automatiquement la bouche des personnages lorsqu'un utilisateur parle, facilitant l'identification du locuteur. Les avatars copient les mouvements de tête des utilisateurs, permettant ainsi d'estimer le centre de leur attention. Afin de permettre la désignation, un outil de pointage laser est implémenté.

4.2 Lieux

Au sein des états-majors des armées, chaque expert est amené à travailler seul ou en petits groupes sur une problématique donnée, mais peut à tout moment aller voir d'autres collègues pour leur demander de l'aide ou se tenir au courant de l'avancée de leurs travaux. Nous avons donc proposé un outil où chaque utilisateur peut 1) s'isoler pour travailler ; 2) prendre connaissance de l'avancée des travaux du groupe ; 3) solliciter un collaborateur à tout moment, et 4) travailler en groupe. VR-Décision est composé de **lieux**, dédiés à une équipe, une organisation, ou une tâche, selon les besoins. VR-Décision propose deux types de lieux :

- les *espaces de collaboration* sont dédiés à l'activité de travail en groupe élargi. L'activité effectuée a pour but la mutualisation du travail personnel (ou de petites équipes) et la création ou présentation de documents. Ces espaces sont équipés d'outils collaboratifs (écrans et tables interactives).
- les *box* sont dédiés à l'activité de travail personnel, ou en groupe restreint (3 – 5 personnes maximum). Ils ont pour objectif de faciliter le travail personnel de découverte, analyse et synthèse des divers documents préalables à la mission, à travers l'outil de *panorama*.

Ces deux types de lieux peuvent être configurés et arrangés de différentes façons pour coller au mieux aux besoins de préparation de la mission. De façon classique, un état-major prendra la forme d'un hall en 3D, dans lequel on retrouvera un espace de briefing et /des cellules de planification correspondant chacune à un pôle d'expertise militaire (Les *Joint Operations* ou *J*). Chaque *J* est ensuite constitué d'un espace de collaboration et de plusieurs box individuels, matérialisés par des structures semi-ouvertes au sein du hall (figure 1, gauche). Chacune de ces structures définit une zone de partage audio. Les individus peuvent naviguer librement entre les lieux au moyen d'un mécanisme de téléportation, sans être dérangés par les conversations des structures avoisinantes.

4.3 Écrans et table interactive

L'analyse des besoins des états-majors militaire aura permis de mettre en avant l'importance des tâches d'analyse, de gestion et de partage de l'information entre les différents experts. Pour faciliter la collaboration autour des différents types de documents actuellement utilisés au sein des états-majors, le prototype VR-Décision propose deux outils sur lesquels les experts pourront s'appuyer pour construire une représentation de la situation partagée : une table interactive et des écrans. Ces deux outils permettent de créer un espace documentaire spatialisé, qui permet l'agencement des informations utiles à la tâche dans un cadre propice à leur étude et mémorisation (figure 1, gauche).

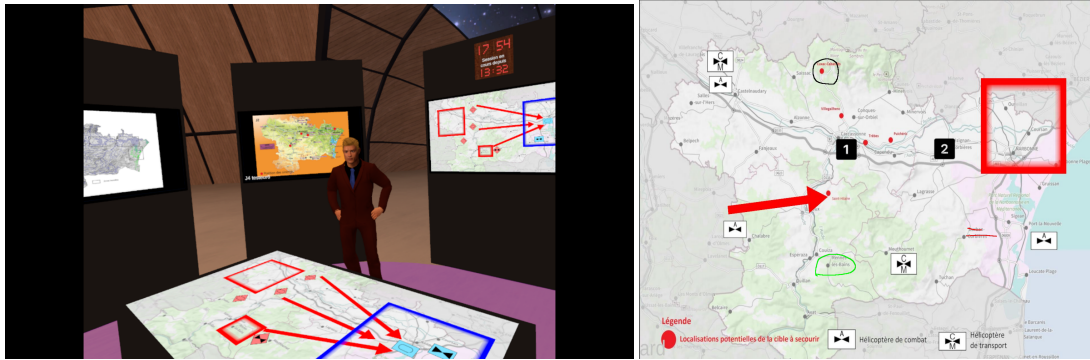


FIG. 1. Gauche : capture d'écran au sein d'un espace collaboratif. On y distingue au centre la table interactive affichant une carte en cours d'enrichissement. Les écrans verticaux permettent de présenter des documents à tous. Un état-major est constitué d'un tel espace collaboratif au centre, entourés d'espaces dédiés aux différents pôles d'expertise : les *J*. Chaque *J* dispose d'un espace collaboratif et de boxes pour un travail en groupe réduit. Droite : Capture d'écran de l'application *VRD-CompanionMap*, permettant à une personne non immergée dans l'environnement virtuel de visualiser et participer à l'enrichissement de la carte par le biais d'une tablette.

La table interactive, placée au centre de chaque espace, permet de travailler sur des représentations géographiques, via l'affichage horizontal de fonds de cartes 2D. Pour lire les informations affichées, les avatars des utilisateurs peuvent : (a) se déplacer autour de la table interactive ; (b) zoomer et dézoomer ; (c) déplacer la carte. Les utilisateurs peuvent interagir avec la carte via des calques, qui sont des couches d'informations superposées sur les fonds de cartes, fournissant des données visuelles (hydrographie, démographie, zones de contrôle, points d'intérêt, villes, etc.). Les calques peuvent être créés directement au sein de l'EV, puis enrichis d'informations visuelles, via l'ajout de formes de couleur (flèches ; traits ; rectangle) et de pions (icônes ; symboles). Une fonctionnalité de retour en arrière permet de se protéger contre les erreurs, en laissant la possibilité à l'utilisateur d'annuler ses actions précédentes.

Les écrans sont des surfaces de partage d'information, placés autour de la table interactive et permettant l'affichage vertical de documents (PDF ; vidéo ; images). Dans chaque box, 5 écrans sont présents, et 6 dans les espaces de collaboration. Ils permettent également de projeter le contenu de la table interactive dessus, et aussi le streaming d'écran depuis un PC.

4.4 Panorama

Le travail de planification est hautement collaboratif, mais nécessite néanmoins un travail personnel de la part de chaque expert. Chacun doit maîtriser sa partie, son sujet et ses documents afin de contribuer au travail du groupe. La RV offre de nouvelles possibilités pour l'analyse documentaire, notamment concernant l'arrangement spatial de collections de documents pour en tirer du sens (activité de *sensemaking* [7]). Pour répondre à ce besoin de travail individuel, le prototype VR-Décision propose le *panorama*, un outil personnel permettant d'afficher sur une surface large des documents choisis depuis une bibliothèque, afin de faciliter l'activité de *sensemaking* et faciliter la construction de la conscience personnelle de la situation.

Le panorama permet l'affichage dynamique de données afin de visualiser plusieurs documents à la fois, provenant de la bibliothèque de l'utilisateur (pdf, vidéos, images, document hors suite Office...) accessibles via la bibliothèque.

4.5 Écosystème multi-dispositifs

VR-Decision propose un EV, accessible à travers un casque ou sur PC, pour la collaboration distante ou locale. Notre philosophie a été d'intégrer ce nouvel outil au sein des pratiques et outils actuels de collaboration. Pour cela, nous nous intéressons à l'interconnexion des outils classiquement utilisés dans ces activités. Nous avons présenté dans [3] un état de l'art des écosystèmes multi-dispositifs, ainsi que de l'intégration de la RV à de tels dispositifs. Nous avons donc conçu un écosystème numérique permettant de rattacher les pratiques en EV aux usages actuellement en cours, en focalisant sur trois points : la continuité de tâche d'un dispositif à l'autre [6, 9], la mise en place d'une activité de collaboration mixte, et le développement d'une conscience des activités dans l'EV depuis l'extérieur.

Le premier outil que nous avons développé est le *bucket*. Il s'agit d'une base de données documentaire (basée sur la technologie MinIO¹), manipulable par une simple interface web, et dont nous avons développé les connexions à Teemew. Un utilisateur, qu'il soit dans l'EV ou non, peut ainsi ajouter, visualiser, et gérer les documents de la planification. Cet outil permet donc de synchroniser l'ensemble de la collection documentaire entre les acteurs. Il offre également une continuité de tâches pour les utilisateurs, qui peuvent entamer une activité documentaire dans l'EV et la poursuivre en dehors, ou vice-versa. Un système de notifications est implémenté, permettant un accès rapide aux derniers documents créés.

Pour expérimenter l'activité de collaboration mixte, nous avons développé *VRD-CompanionMap*, une application permettant de visualiser en temps réel la *table interactive* d'un *espace collaboratif* au choix, et de participer à son enrichissement par la création de calques. Utilisable sur PC ou tablette, cette application permet à un utilisateur non connecté à Teemew de participer à l'activité collaborative de construction d'une carte enrichie (figure 1, droite).

Enfin, nous développons actuellement *VRD-CompanionApp*, une application PC/tablette permettant de connaître les statistiques d'usages en cours de l'EV (nom, position et statut des utilisateurs connectés, occupation des lieux) et fournissant un système de chat entre l'EV et l'environnement réel.

5 CONCLUSION

À travers la présentation du prototype VR-Décision, nous souhaitons mettre en lumière l'importance d'une approche pluridisciplinaire, constituée de spécialistes FH et IHM, ainsi que d'experts métiers. En effet, grâce à l'approche orientée sur la conception centrée utilisateur, nous avons pu déterminer les besoins de l'activité de planification opérationnelle militaire qui ont ensuite permis la conceptualisation et le développement d'un prototype en RV multimodal. L'approche scientifique a quant à elle permis de dépasser l'évaluation centrée uniquement sur l'utilisabilité en permettant d'orienter la conception vers une évaluation objective de l'apport de la RV dans les processus de collaboration et de prise de décision. À travers cette démarche, le prototype élaboré n'aura pas uniquement vocation à être utilisé dans un domaine militaire, mais il pourra également servir dans un domaine civil. Des premières évaluations ont déjà été menées pour évaluer l'utilisabilité du prototype VR-Décision. Les évaluations centrées sur les apports potentiels de la RV dans les processus de collaboration et de prise de décision sont en cours. Une attention particulière devra être portée vis-à-vis de l'inexpérience et des potentielles réticences des utilisateurs finaux face à ces technologies avancées.

¹<https://min.io/>

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement le C2 LAB-IA et l'AID pour leur implication constante dans le projet VR Decision. Une pensée toute particulière est également adressée à Régis Mollard, professeur d'ergonomie de l'université de Paris et chercheur associé à l'école d'ingénieur ESTIA, qui nous a quittés en décembre 2021.

RÉFÉRENCES

- [1] Sharolyn Converse, JA Cannon-Bowers, and E Salas. 1993. Shared mental models in expert team decision making. *Individual and group decision making : Current issues* 221 (1993), 221–46.
- [2] Richard L Daft and Robert H Lengel. 1986. Organizational information requirements, media richness and structural design. *Management science* 32, 5 (1986), 554–571.
- [3] Rémi Duhamel, Alexis Clay, Morgane Burgues, Chloé Morel, Régis Mollard, Marion Wolff, and Stéphanie Philippe. 2021. Conception centrée utilisateur d'un environnement virtuel pour la prise de décision collaborative : état de l'art pluridisciplinaire et analyse des besoins.. In *Ergo'IA 2021*.
- [4] ISO Central Secretary. 2019. *Ergonomie de l'interaction homme-système — Partie 210 : Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs*. Standard ISO 9241-210 :2019. International Organization for Standardization, Geneva, CH. <https://www.iso.org/fr/standard/77520.html>
- [5] Ned Kock. 2005. Media richness or media naturalness? The evolution of our biological communication apparatus and its influence on our behavior toward e-communication tools. *IEEE transactions on professional communication* 48, 2 (2005), 117–130.
- [6] Michal Levin. 2014. *Designing multi-device experiences : An ecosystem approach to user experiences across devices*. " O'Reilly Media, Inc."
- [7] Lee Lisle, Xiaoyu Chen, JK Edward Gitre, Chris North, and Doug A Bowman. 2020. Evaluating the benefits of the immersive space to think. In *2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*. IEEE, 331–337.
- [8] Herbert A Simon. 1957. Models of man; social and rational. (1957).
- [9] Henrik Sørensen, Dimitrios Raptis, Jesper Kjeldskov, and Mikael B Skov. 2014. The 4C framework : principles of interaction in digital ecosystems. In *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*. 87–97.